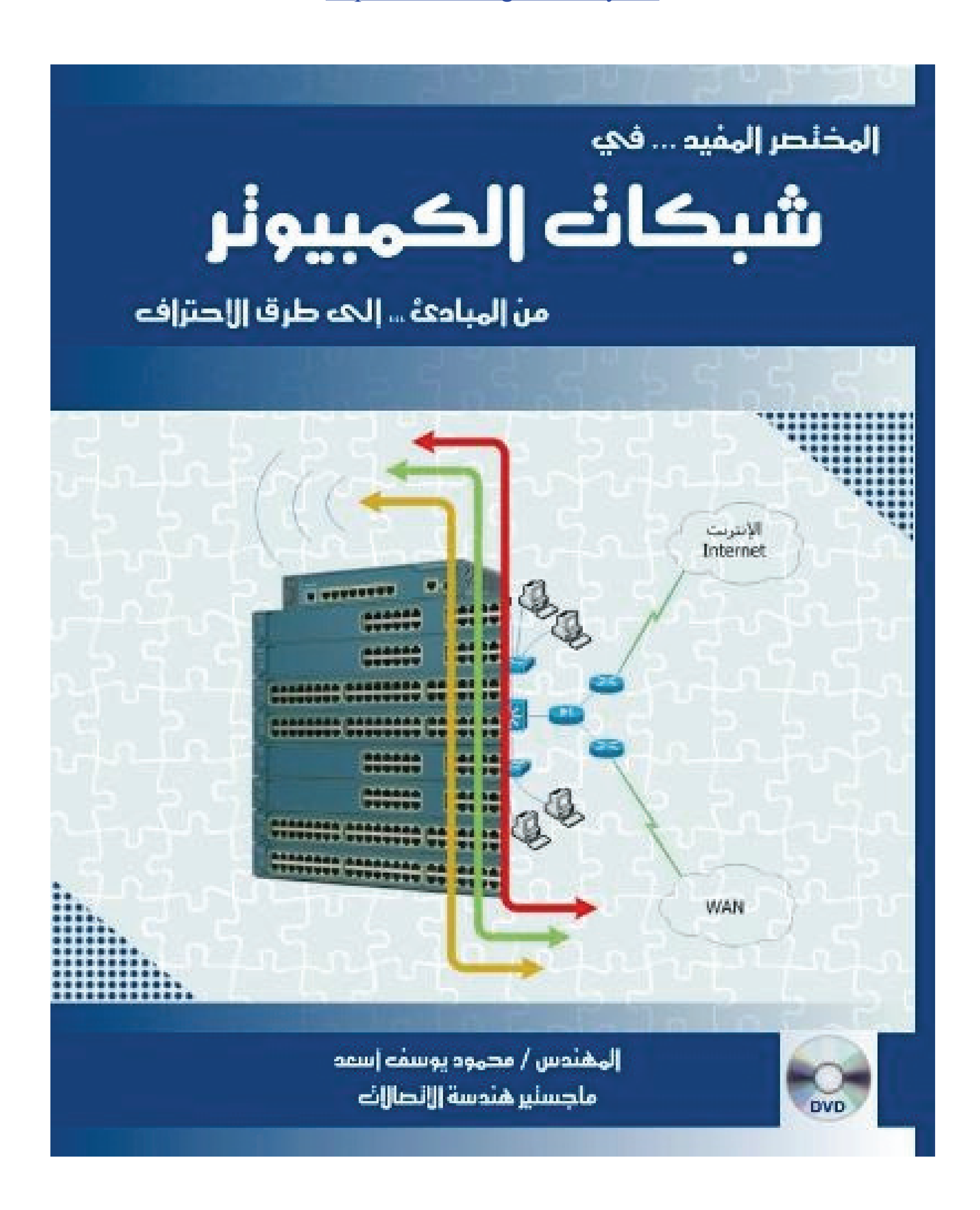
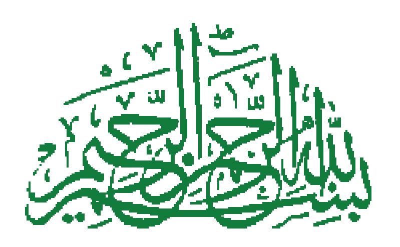
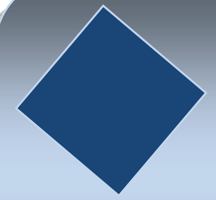
الكتاب متوفر في جميع فروع مكتبة جرير في المملكة العربية السعودية
و متوفر أيضا في مكتبة العبيكان

http://networking-academy.net

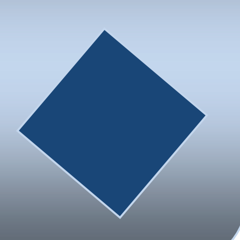








شبكات الكمبيوتر



من المبادئ إلى طريق الإحتراف

م. محمود يوسف أسعد
ماجستير هندسة الإتصالات

 **محمود يوسف أسعد ، 1429 هـ**

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
المختصر المفيد في شبكات الكمبيوتر / محمود يوسف أسعد – الرياض ، 1429 هـ
شبكات الحواسيب أ. العنوان
ديوي 004,65
رقم الإيداع : 1429/5532
ردمك : ISBN: 978-603-00-1359-3

الطبعة الأولى

يمكن الإتصال بالمؤلف للإستفسار عن محتويات الكتاب أو لطلب نسخة منه على عنوان البريد الإلكتروني التالي:
Mhd-learning@hotmail.com

أو على رقم الجوال (من داخل المملكة العربية السعودية) : 0501904257
(من خارج المملكة العربية السعودية) : 00966501904257

و يمكنكم متابعة ما هو جديد للمؤلف على الموقع التالي:

www.networking-academy.net

نبذة عن المؤلف :

مؤلف هذا الكتاب هو المهندس / محمود يوسف أسعد، ولد في فلسطين ، و تلقى تعليمه حتى المرحلة الثانوية هناك، و من ثم التحق بجامعة اليرموك الأردنية تخصص هندسة الإتصالات حيث تخرج منها عام 2000م.

بدأ المؤلف رحلته العملية في مجال شبكات الكمبيوتر و الشبكات المعلوماتية منذ العام 1999م ، حيث كانت مشاريع تخرجه في مجال شبكات الكمبيوتر، و كذلك الفترة التدريبية اللازمة للحصول على درجة البكالوريوس أمضاها أيضا بنفس المجال.

في عام 2001م التحق للعمل في إحدى شركات الإتصالات الكبرى في المملكة العربية السعودية، و حصل على العديد من الدورات التدريبية و الشهادات الدولية من شركتي سيسكو و نورتل في مجال تشغيل و تصميم و صيانة الشبكات المعلوماتية و شبكات الكمبيوتر.

حصل المؤلف على درجة الماجستير في تخصص هندسة الإتصالات عام 2006م من جامعة بيركام العالمية في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث كان موضوع بحثه لنيل هذه الدرجة هو " الجيل الثاني من شبكات الإتصال الضوئية Next Generation Optical Networks ".

لا يزال المؤلف حتى سنة إصدار هذا الكتاب على رأس عمله، و يعمل على إدارة الشبكة المعلوماتية لإحدى المؤسسات الكبرى في المملكة العربية السعودية. حيث أنه أقام العديد من الدورات التدريبية بمجال الشبكات للمهندسين و الفنيين العاملين بالمؤسسة.

شكر و تقدير :

الحمد لله رب العالمين، حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه، الذي أعانني و يسر و سهل لي بفضله و منِّه إتمام هذا الكتاب الذي أسأله سبحانه أن يجعله عملا خالصا لوجهه الكريم.

و من ثم أتقدم بالشكر الجزيل الى كل من شجعني و ساعدني على إنجاز هذا الكتاب بجميع مراحله، و أخص بالذكر الزميل و الأخ العزيز المهندس " سعد ظافر الشهري " الذي يعمل حاليا مدرسا بالكلية التقنية بالخرج، حيث كان له فضل في تشجيعي منذ أن كان هذا الكتاب مجرد فكرة، فهو أول من أشار علي و نصحني أن أعمل على تأليف كتاب في مجال شبكات الكمبيوتر، و تشجيعه المتواصل كان له أثرا كبيرا لتحقيق الفكرة و جعلها كتابا بين يديك الان.

كما أخص بالذكر الزميل و الأخ العزيز المهندس " رامي الحلبي " الذي كان له فضل بإسداء نصائحه و وجهات نظره التي ساعدت بتحسين و إخراج هذا الكتاب، و لا أنسى بقية زملائي أيضا الذين كان لهم الأثر الطيب و الاراء القيمة في تصميم الغلاف الخارجي و اختيار نوع الخط و غير ذلك من خطوات تضمنتها مرحلة التنفيذ لهذا الكتاب.

أتقدم بشكري لأهلي " أبي و أخوتي و أخواتي " الذين شجعوني كثيرا على هذا العمل، و أخيرا أشكر كل من ساعد على تسريع إنجاز هذا الكتاب في وزارة الإعلام و في دار النشر و القائمين على الطباعة و التوزيع.



قائمة المحتويات
Contents

الموضوع **رقم الصفحة**

الجزء السابع (النموذج المرجعي لتواصل الأنظمة المفتوحة

الجزء العاشر (شبكات الكمبيوتر – الصورة الكاملة

مقدمة المؤلف :

بسم الله، و الصلاة و السلام على رسول الله، و بعد ،،،
أرحب بك عزيزي القارئ أجمل ترحيب، و أهنئك على اختيارك لهذا الكتاب ليكون مدخلك الى عالم " شبكات الكمبيوتر " الواسع، و أود أن أءكد لك بأنك قد أحسنت الإختيار، لأنه في هذا الكتاب سوف تجد إن شاء الله ما تبحث عنه و ما ترغب بمعرفته بمجال الشبكات بسهولة و يسر، و بدون تعقيدات لغوية بعيدة عن الواقع العملي.

إنَّ ما دفعني الى التفكير بتأليف هذا الكتاب سببان رئيسيان:
أولا: الحاجة الماسة في سوق الدول العربية عموما و الخليجية خصوصا الى المؤهلين تأهيلا حقيقيا و فعالا بمجال المعلوماتية وشبكات الكمبيوتر، حيث أن حاجة السوق للمؤهلين بتلك المجالات قد تستمر لعدة سنوات قادمة، خصوصا مع توجه بعض الدول الى دخول عالم الحكومات الإلكترونية و الإعتماد على التجارة الإلكترونية و التعليم المفتوح و غيرها من مجالات عديدة جدا تعتمد بشكل أساسي على أنظمة الإتصال بين أجهزة الكمبيوتر على مختلف المستويات.

ثانيا: الرغبة في إثراء المكتبة العربية بكتاب يشرح شبكات الكمبيوتر بطريقة مبسطة و شاملة الى حد ما، بعيدا عن التعقيدات اللغوية التي قد لا تفيد في مجال العمل، بل باستخدام لغة الواقع العملي التي تجعل من الشخص المتلقي للتعليم أكثر جرأة على مواجهة الحياة العملية، و أكثر ثقة بمعلوماته، و يكون بإذن الله جاهزا للدخول في سوق العمل بدون عوائق.

لا أقول أن هذا الكتاب هو الأفضل، لكن ما يميزه هو الموازنة بين ضرورة الحفاظ على البناء اللغوي السليم (من حيث قواعد اللغة العربية)، و بين ضرورة تحقيق الهدف من استخدام اللغة و هو التوصيل الدقيق للمعلومة الصحيحة التي تعين صاحبها على حُسن استخدامها و الإستفادة منها في حياته العملية.

إن لغتنا العربية من أكثر اللغات مرونة و قابلية لإستقبال مصطلحات و تعريفات جديدة، و ذلك من مختلف مجالات العلم و المعرفة بما فيها تكنولوجيا المعلومات، فمن واجبنا أن نستفيد من لغتنا في الوصول الى العلم و المعرفة بدون تشويش، و بدون التعقيدات التي تسببها المصطلحات المركبة و التي قد تؤدي الى ضياع المعنى، و بالتالي فقدان المعلومة التي هي الأساس للإبداع في كل من الحياة العلمية و العملية.

إن التطورات التكنولوجية المتسارعة في مختلف المجالات تفرض علينا تسميات و مصطلحات ربما تبدو غريبة على لغتنا، لكن لا بد من قبول تلك التسميات و المصطلحات لأنها ضرورة ملحة لكي نواكب الثورة العلمية الحاصلة في العالم، لا أن نغلق باب لغتنا في وجه ما هو جديد. و حسب رأيي الشخصي أنه في المجالات العلمية و المجالات التي تحتاج الى تخصص دقيق، أن المتخصصين أنفسهم ربما يكونو هم الأقدر على اختيار ما هو مناسب من تلك التسميات و المصطلحات و التعريفات، لأنهم هم الأقرب الى التخصص و الأدرى بإحتياجاته من المعرفة. من الأمثلة على كلامي هذا، دعونا نأخذ مثلا الكلمات " كمبيوتر، تلفاز، أشعة الليزر، تلفون "، هذه تسميات لم تكن موجودة منذ زمن في اللغة العربية، لكن الحاجة لها أجبرتنا على استخدامها. من نفس المنطلق نحن بحاجة الى مصطلحات و تسميات جديدة في مجال تكنولوجيا المعلومات، بحيث تكون تلك التسميات و المصطلحات معربة و سهلة الإستخدام و ليست بعيدة عن الواقع العملي، لأن اللغة هي وسيلة للحصول على المعلومات و لا ينبغي أن تتحول الى عائق أمامنا.

إن ما يميز الكتاب الذي بين يديك هو أنني و بتوفيق من الله عملت جاهدا على استخدام التسميات و المصطلحات و التعريفات الأقرب الى الصحة، و الأقرب الى الواقع العملي، مع المحافظة على عربية اللغة قدر الإمكان، و بذلك نكون قد حافظنا على لغتنا التي نعتز بها، و جعلنا منها وسيلة أكثر فاعلية في الحصول على المعلومات، و بنفس الوقت نكون قد حققنا تقدما على الصعيد المعرفي بالمجال الذي نصبو إليه، و هو مجال تكنولوجيا المعلومات.

الان، كل ما عليك عزيزي القارئ هو أن تستمتع معي في المسير بين صفحات الكنز الذي بين يديك، و الذي ربما يكون سببا في قفزة نوعية بحياتك على الصعيد المهني. ستجد إن شاء الله العلم الصحيح و المتطابق مع الواقع العملي بحكم خبرتي الطويلة بمجال الشبكات. حيث أنني اعتمدت أسلوبا مميزا بطرح المعلومات، مدعما بالصور و الرسومات اللازمة لترسيخ الأفكار و التقريب من الواقع العملي. بالإضافة الى القرص المدمج المرفق و الغني بالأمثلة العملية لبرمجة و تشغيل أجهزة الشبكات.

بعد الإنتهاء من قراءة و فهم ما ورد في هذا الكتاب و الرجوع لبعض المراجع الأساسية عند الحاجة لها، ستكون عزيزي القارئ بإذن الله قادرا على تصميم البنى التحتية لشبكات الكمبيوتر، و إجراء ما يلزم لربط أجهزة الكمبيوتر بالشبكات، و تركيب و برمجة أجهزة الإتصالات الخاصة بشبكات الكمبيوتر، و من ثم تشغيل و صيانة شبكات الكمبيوتر.

في نهاية المقدمة التي أحببت أن أبدأ بها كتابي، لا يسعني إلا أن أقول الحمد لله رب العالمين، و الصلاة و السلام على رسوله الأمين. لقد عملت جاهدا و بفضل من الله على أن أقدم هذا الكتاب بأفضل صورة، و بأفضل محتوى يمكن أن يحتويه خاليا من الأخطاء العلمية أو الإملائية أو اللغوية. لكن مهما بلغ الإنسان من الدقة و الإتقان فإنه يبقى معرضا للخطأ أو النسيان. لذلك فإنه من دواعي سروري أن أتواصل معك عزيزي القارئ عبر البريد الإلكتروني، فيمكنك الإستفسار أو توجيه ملاحظاتك من خلال البريد الإلكتروني التالي:
MHD-Learning@hotmail.com

أما الان، فأتمنى لك رحلة سعيدة و موفقة و نافعة بين صفحات الكتاب.

المؤلف

مقدمة الكتاب :

أهلا بك عزيزي القارئ مرة أخرى،،، هذا الكتاب موجه لك إن كنت محاضرا أو مدرسا في مجال الشبكات أو تكنولوجيا المعلومات، و إن كنت مهندسا أو فنيا أو طالبا يعمل أو يدرس في هذا المجال، فهذا الكتاب موجه لك. فهو مرجع شامل لجميع ما تحتاجه من أسس لكي تبني عليها ما تشاء من معرفة بمجال شبكات الكمبيوتر و تكنولوجيا المعلومات. أما إن كنت إداريا أو تعمل في الطاقم الإداري، فيمكنك الإستفادة من هذا الكتاب الى حد كبير لأنه يتدرج في تقديم المعلومات و لك أن تتوقف عند الحد الذي ترغب به من المعرفة.

يأتي هذا الكتاب ضمن عشرة أجزاء، كل جزء يتناول مساحة معينة من المساحات الضرورية لفهم شبكات الكمبيوتر و التعامل معها. في بداية كل جزء سوف تجد تمهيد أو مقدمة توضح محتواه باختصار. و الأجزاء مقسمة الى أجزاء فرعية و ذلك من أجل تسهيل السيطرة على المعلومات.

استراتيجية تقديم المعلومات هي توضيح الحاجة أو المشكلة أولا، و من ثم تقديم الحل التكنولوجي لها مع التدعيم بالرسومات و الصور، فلا تكاد تخلو صفحة من الكتاب من رسم توضيحي أو صورة لتدعيم الأفكار، و بعد كل صورة أو رسم توضيحي سوف تجد مناقشة للمحتوى، و من ثم الخلاص الى المعرفة المنطقية التي هي هدفنا النهائي.

في نهاية كل جزء من أجزاء الكتاب العشرة سوف تجد خلاصة ما ورد في ذلك الجزء، و ربما فكرة تربط ما تعلمته بما سوف يأتي. بالإضافة الى أن الأجزاء جميعها تنتهي بعدد من الأسئلة وضعت بعناية و ذلك لترسيخ الأفكار و المعلومات، و عدد كبير من تلك الأسئلة تعليمي و الهدف منه إضافة معلومات، فربما تجد سؤالا يتحدث عن موضوع لم يرد ذكره في ذلك الجزء، لا بأس، سوف تجد الإجابة إن شاء الله في نهاية الكتاب، و يمكنك مشاهدة شرح وافي للأسئلة و إجاباتها من خلال ملفات الفيديو المسجلة على قرص الـ (DVD) المرفق مع الكتاب.

ينتهي الكتاب بجزء عملي يحتوي على تمارين عملية الهدف منها التدرب على كيفية برمجة أجهزة الشبكات. ستجد مناقشة موسعة لتلك التمارين على قرص الـ (DVD) المرفق مع الكتاب.

جميع المصطلحات ترد باللغة الإنجليزية، مع الإختصار المستخدم لها، مع شرحها باللغة العربية، و ذلك لكي لا يكون القارئ بعيدا عن الواقع العملي.

فيما يلي إيجاز مختصر عن محتويات كل جزء من الأجزاء العشرة المكونة للكتاب الذي بين يديك:

الجزء الأول: يتحدث عن شبكات الكمبيوتر بشكل عام، و ذلك من حيث التعريف و الحجم، و التصنيف، و الإستخدامات المختلفة لتلك الأنواع من الشبكات، فسوف تجد تعريفا للشبكة المحلية و الشبكة الواسعة و بعض الأنواع الأخرى من الشبكات.

الجزء الثاني: يتحدث عن مكونات الشبكة المحلية (Local Area Network)، و خصوصا شبكات الإيثرنت الحديثة، فنتعرف من خلاله على المكونات الفيزيائية للشبكات المحلية مثل الكوابل النحاسية المجدولة (Twisted Pair Cables) و أنواع المنافذ مثل (RJ-45) و كبائن الإتصالات و غيرها.

الجزء الثالث: يتحدث عن الشبكات المؤسسية (Enterprise Networks)، و عن مبادئ عمل الإتصالات الضوئية و أنواع كوابل الفايبر و منافذ الإتصالات الضوئية، مع بعض الأمثلة الحسابية في هذا المجال.

الجزء الرابع: يتحدث عن شبكات المباني المتجاورة (Campus Area Networks)، و ذلك من حيث مكوناتها و كيفية تركيبها و توصيلها فيزيائيا. سنتعرف على أنواع و مستويات الأجهزة المستخدمة و أنواع الكوابل و منافذ الإتصالات و غيرها من المواضيع.

الجزء الخامس: يتحدث عن موضوع الشبكات الواسعة (Wide Area Networks)، من حيث الأجهزة المستخدمة و انواع المنافذ و الكوابل و كيفية التوصيل فيما بينها.

الجزء السادس: يعتبر الجزء السادس من الأجزاء الأساسية، لأنه يحتوي على المبادئ الأساسية و التعريفات و المصطلحات المستخدمة في شرح تكنولوجيا عمل الشبكات. جميع تلك المصطلحات و التعريفات ترد باللغة الإنجليزية، مع الإختصارات المستخدمة لها، و مع الشرح باللغة العربية. تجد مثلا كلمة بروتوكول (Protocol)، ماذا تعني و أين تستخدم، و غيرها الكثير.

الجزء السابع: يتحدث عن النموذج المرجعي لتواصل الأنظمة المفتوحة (Open System Interconnect) و المعروف بـ (OSI Reference Model)، و عن نموذج اخر و هو نموذج مجموعة بروتوكولات التحكم (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)، و يختصر بـ (TCP/IP).

الجزء الثامن: يتحدث عن تكنولوجيا الشبكات المحلية، و عن الية عملها، و عن بنيتها التركيبية (LAN Architecture)، و ترد فيه الكثير من المصطلحات الجديدة و التعريفات، و نتعرف على ما تقوم به بروتوكولات الإتصالات في هذا النوع من الشبكات.

الجزء التاسع: يتحدث عن تكنولوجيا الشبكات الواسعة، و عن الية عملها، و عن بنيتها التركيبية (WAN Architecture)، و ترد فيه الكثير من المصطلحات الجديدة و التعريفات، و نتعرف على ما تقوم به بروتوكولات الإتصالات في هذا النوع من الشبكات.

الجزء العاشر: الجزء العاشر هو التتويج النهائي لما ورد في الكتاب، و هو الرابط الذي يربط كل ما تعلمته بشكل متكامل، فتجد فيه الشبكات المحلية و الواسعة معا، مع أمثلة تطبيقية. بالإضافة الى بعض المفاهيم الضرورية الأخرى. يحتوي هذا الجزء أيضا على مبادئ حماية الشبكات و أمن المعلومات (Information Security)، و على مبادئ إدارة الشبكات (Network Management)، و على أسس صيانة و حل مشاكل الشبكات (Network Troubleshooting).

الجزء العملي: في الجزء العملي تجد أمثلة توضيحية و عملية، نتعلم من خلالها كيفية إجراء الإعدادات اللازمة لأجهزة الشبكات، و كيفية تشغيلها و معرفة حالتها و التعامل مع المشاكل الأكثر انتشارا.

و لكي تحقق أكبر قدر ممكن من الإستفادة، أرجو عدم إهمال أي جزء أو موضوع من الكتاب سواء كان في أسئلة المناقشة أو خلال النص. كما أنه يمكنك الإستزادة من خلال الرجوع الى المراجع المبينة في نهاية الكتاب.

في النهاية، يسعدني أن أقرأ منك عزيزي القارئ، فيمكنك الإستفسار، أو توجيه ملاحظاتك عن طرق البريد الإلكتروني التالي:

MHD-Learning@hotmail.com

Part One / الجزء الأول
نظرة عامة عن شبكات الكمبيوتر
Computer Networking Overview

الجزء الأول Part One
نظرة عامة عن شبكات الكمبيوتر Computer Networking Overview

في الجزء الأول من هذا الكتاب سنتحدث عن شبكات الكمبيوتر بشكل عام، و ذلك من حيث التعريف و الحجم، و التصنيف، و الإستخدامات المختلفة لتلك الأنواع من الشبكات.

1-1 : تعريف بشبكات الكمبيوتر (What is a Computer Network):

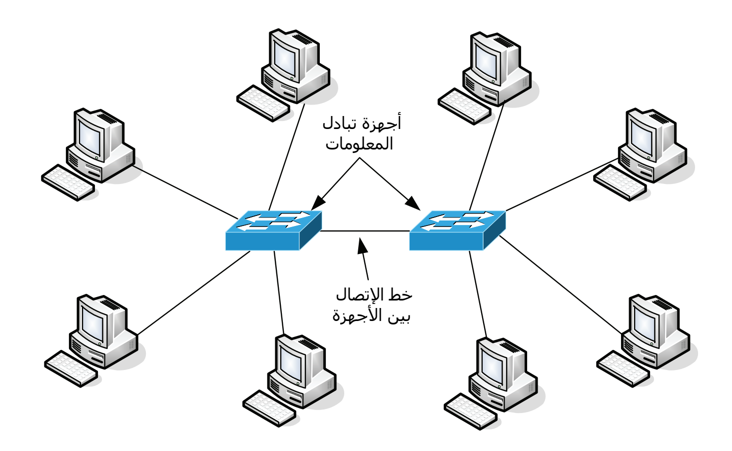
في الحقيقة لا يوجد تعريف واحد يمكن أن يشمل جميع متغيرات شبكات الكمبيوتر، فعندما نقول شبكة كمبيوتر فقد نعني بذلك شبكة تربط أجهزة الكمبيوتر داخل مبنى، أو شبكة تربط أجهزة كمبيوتر بين أكثر من مبنى أو بين مدينتين مثلا، و ربما نعني بذلك شبكة الإنترنت العالمية (Internet)، فكل ذلك يندرج تحت مسمى شبكة كمبيوتر.

لكن يمكن القول أن شبكة الكمبيوتر هي جميع المكونات الفيزيائية أو المادية (مثل الأجهزة و المعدات) و غير المادية (مثل البرامج) اللازمة لبناء نظام متكامل يمكن من خلاله إرسال و استقبال البيانات و المعلومات و الملفات الإلكترونية بين أجهزة الكمبيوتر، بغض النظر عن عدد الأجهزة و أحجامها و المسافة بينها و نوع الخدمات التي تستخدم من أجلها.

بمعنى اخر يمكن القول أيضا أن شبكة الكمبيوتر هي جميع أجهزة الإتصالات و وسائط النقل التي تربط بينها و برامج التشغيل و البرمجيات اللازمة لفتح قنوات إتصال بين أجهزة الكمبيوتر لتقديم خدمات متعددة (مثل برامج المحاسبة و إدخال البيانات و برامج تسجيل المواد في الجامعات و البرامج المالية و غيرها).

إن استخدام شبكات الكمبيوتر يعود بالنفع على المؤسسات و الشركات لما تختصره من الوقت و الجهد و المال لإنجاز الأعمال بشكل أسهل و أسرع. فما يمكن إنجازه خلال أيام بدون شبكة كمبيوتر، يمكن إنجازه خلال دقائق مع وجود شبكة كمبيوتر.

الشكل رقم (1-1) يبين لنا مثال بسيط على شبكة كمبيوتر محلية :



الشكل رقم (1-1) : مثال على شبكات الكمبيوتر.

في الشكل رقم (1-1) نشاهد مثالا على شبكة كمبيوتر محلية، نلاحظ وجود أجهزة تبادل معلومات و خطوط إتصال و أجهزة الكمبيوتر للمستخدمين المستفيدين من خدمات الشبكة، كل تلك المكونات سنتعرف عليها بشكل مفصل إن شاء الله من خلال أجزاء هذا الكتاب.

الان و بعد أن أصبح لدينا تصور و عرفنا ماذا نعني بعبارة " شبكة كمبيوتر" (Computer Network)، دعونا نتعرف أكثر على شبكات الكمبيوتر من حيث تصنيفات و أحجام تلك الشبكات.

تصنيف شبكات الكمبيوتر

يوجد عدة عوامل تحدد تصنيف شبكة الكمبيوتر أو نوعها، و لكل تصنيف أو نوع من الشبكات أجهزته و برمجياته الخاصة التي تستخدم في بنائه و تشغيله، و كذلك لكل نوع وسائط نقل مختلفة تستخدم لنقل البيانات، و لكل نوع أسلوب خاص في نقل و تبادل المعلومات.

من أهم العوامل التي تحدد نوع الشبكة أو تصنيفها هي المساحة التي تغطيها تلك الشبكة، كأن تكون داخل مبنى واحد، أو عدة مباني، و قد تكون الشبكة منقسمة الى جزئين أو أكثر بحيث يكون كل جزء في مدينة منفصلة و يربط بينهما خطوط إتصال خارجية. كذلك يمكن أن تكون الشبكة منقسمة الى أكثر من جزء بنفس المدينة بمسافات مختلفة. من هنا، فإن العامل الأول الذي يحدد نوع أو تصنيف الشبكة هو كيفية توزيع أجهزة الشبكة و المساحة التي تغطيها.

العامل الثاني هو طريقة ربط شبكتين منفصلتين مع بعضهما، و المقصود بذلك نوع وسائط النقل المستخدمة في الربط، فقد يتم ربط الشبكات المنفصلة مع بعضها عن طريق استخدام كوابل الألياف الضوئية المعروفة بكوابل الفايبر (Fiber Optics Cable)، و قد يكون الربط عن طريق استخدام خط مستأجر و محجوز من مقدم خدمة الإتصالات (Leased Line)، و قد يكون خط إتصال عبر الأقمار الصناعية، أو غير ذلك من أنواع خطوط الإتصالات الخارجية.

العامل الثالث الذي يحدد تصنيف شبكة الكمبيوتر هو الكيفية التي يتم بها إرسال و استقبال المعلومات بين أجهزة الكمبيوتر و عبر خطوط الإتصال الرئيسية، فهنالك العديد من الأنظمة المختلفة التي سوف نشرحها لاحقا إن شاء الله عندما نصل الى موضوع تكنولوجيا الشبكات.

بالإضافة الى ذلك فإنه يمكن تصنيف شبكات الكمبيوتر بناء على الوظائف و المهمات و الخدمات التي تؤديها. فقد يكون لدينا شبكة خاصة لأداء وظيفة محددة فتصنف تلك الشبكة بناء على ذلك.

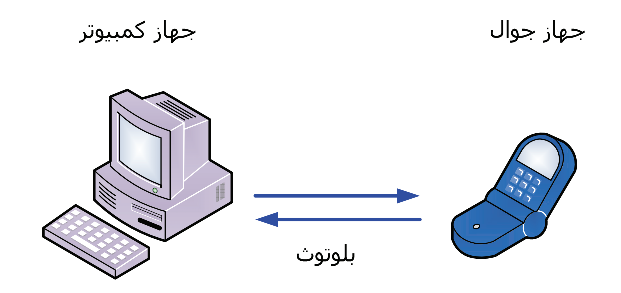
2-1 : تصنيف شبكات الكمبيوتر من حيث الحجم و المساحة :

إن تصنيف شبكات الكمبيوتر بناء على حجم الشبكة و المساحة التي تغطيها يعتبر الأكثر استخداما في وصف الشبكات، فيما يلي نتعرف على تصنيفات شبكات الكمبيوتر من حيث حجم الشبكة و المساحة التي تغطيها :

1- شبكة المساحة الشخصية (Personal Area Network (PAN

شبكة المساحة الشخصية هي أصغر أنواع شبكات نقل المعلومات، حيث أنها شبكة مكونة من جهاز كمبيوتر مرسل و اخر مستقبل. كما أنها تعتبر أقل الشبكات من حيث مساحة التغطية و سرعة نقل البيانات.

يندرج هذا النوع تحت الشبكات اللاسلكية، لكننا بصدد تصنيف الشبكات من حيث الحجم و المساحة. و من الأمثلة المشهورة على هذا النوع هو عندما نفتح قناة إتصال بين جهازي كمبيوتر عن طريق بروتوكول البلوتوث (Bluetooth) أو عن طريق التوصيل بالأشعة تحت الحمراء (Infrared Rays) و المشهورة بـ (IrDA) و التي تعني (Infrared Rays Data Association). الشكل رقم (2-1) التالي يبين لنا مثالا على شبكة المساحة الشخصية (PAN):



الشكل رقم (1-2) : شبكة المساحة الشخصية (PAN).

هناك أبحاث كثيرة على شبكات الـ (PAN) لتطوير السرعة و زيادة المسافة و عدد الأجهزة التي يمكن التوصيل بينها. لكنها حاليا تستخدم لتبادل المعلومات بين أجهزة الكمبيوتر الشخصية أو أجهزة الهاتف المحمول (الجوال) و تطبيقات أخرى بسيطة.

2- شبكة المساحة المحلية Local Area Network (LAN)

الشبكة المحلية (LAN) هي جميع المكونات المادية و البرمجيات اللازمة لبناء شبكة الكمبيوتر التي تستخدم لتقديم الخدمات للمستخدمين داخل المبنى الواحد، و من الأمثلة على ذلك شبكات الكمبيوتر التي تكون داخل مباني أو أقسام الشركات و غرف مختبرات المدارس و الجامعات.

تتكون هذه الشبكة من عدد قليل من أجهزة الكمبيوتر و أجهزة تبادل المعلومات (Switches) التي تربط بين أجهزة الكمبيوتر كما هو مبين في الشكل رقم (1-1) السابق، حيث تكون جميع مكونات الشبكة المحلية تحت إدارة الجهة المالكة لها و بنفس المبنى.

ملاحظة: سيتم شرح مكونات الشبكة المحلية بما فيها أجهزة تبادل المعلومات لاحقا.

3- الشبكات المؤسسية Enterprise Networks

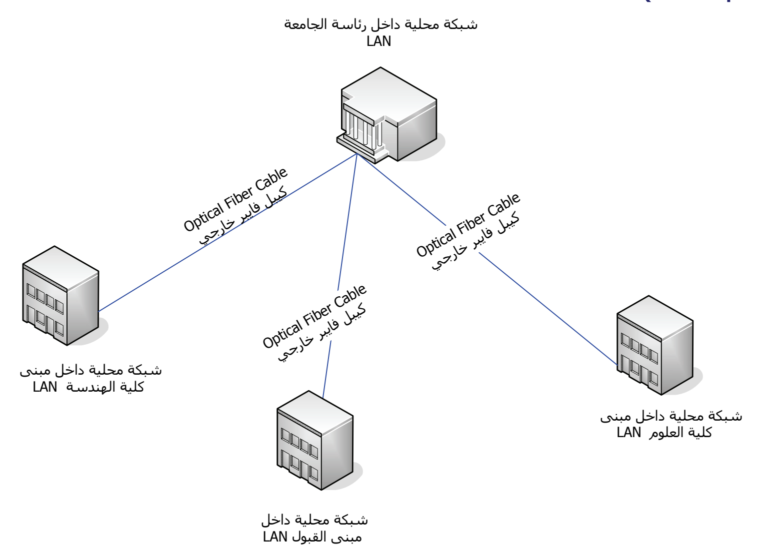
هي جميع المكونات المادية و البرمجيات اللازمة لبناء شبكة الكمبيوتر التي تستخدم لتقديم الخدمات للمستخدمين داخل مباني كبيرة الحجم.

تعتبر شبكة الكمبيوتر شبكة مؤسسية (Enterprise Network) اذا كانت تغطي مبنى ضخم جدا مثل مباني الفنادق و مباني إدارات الشركات الكبرى و المستشفيات، فمثلا اذا كانت الشبكة داخل مبنى مكون من 10 أدوار و تحتوي تلك الأدوار على العديد من الأقسام و الموظفين (قد يصل عددهم الى المئات أو الالاف) فان تلك الشبكة تعتبر شبكة مؤسسية، و تكون بجميع مكوناتها مملوكة للمؤسسة و تحت إدارتها.

4- شبكات المباني المتجاورة (Campus Area Networks (CANs

شبكة المباني المتجاورة (CAN) هي المكونات المادية و البرمجيات اللازمة لبناء شبكة تربط أجهزة الكمبيوتر لتقديم الخدمات في أكثر من مبنى عن طريق أجهزة تبادل المعلومات التي عادة ما يتم ربطها بكوابل الألياف الضوئية (كوابل الفايبر)، و من الأمثلة على ذلك شبكة الكمبيوتر داخل حرم الجامعة و التي تربط بين أجهزة الكمبيوتر الموجودة في مباني الجامعة.

الشكل رقم (3-1) يبين لنا مثالا على شبكة كمبيوتر داخل الحرم الجامعي (Campus Area Network).



الشكل رقم (3-1) : مثال على شبكة كمبيوتر داخل حرم جامعي (Campus Area Network).

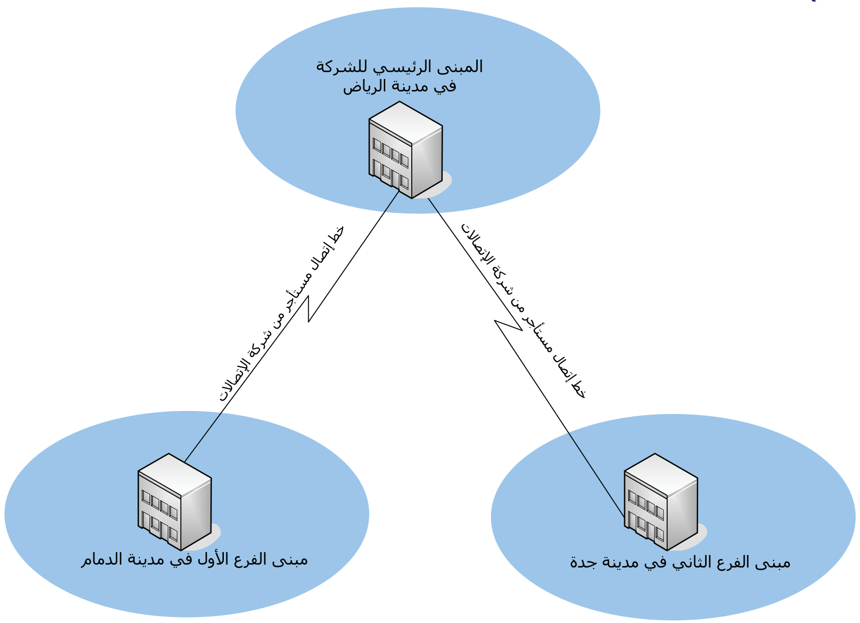
يعتبر هذا التصنيف جديد و لم يكن موجودا سابقا، لكن مع انتشار استخدام كوابل الفايبر أصبح هذا التصنيف يستخدم بشكل واسع للإشارة الى الشبكات من هذا الحجم.

تكون أجهزة و مكونات شبكة المباني المتجاورة تحت إدارة الجهة المالكة لها، و تكون هذه الأجهزة موزعة على عدة مباني. في أجزاء قادمة من الكتاب سنشرح بالتفصيل هذا النوع من الشبكات.

لاحظ في الشكل رقم (1-3) أن كل مبنى له شبكة محلية خاصة به (LAN)، و قد تكون الشبكة الداخلية الخاصة ببعض المباني بمستوى الشبكة المؤسسية إذا كان المبنى ضخم و كبير الحجم. لاحظ أيضا ارتباط تلك الشبكات مع بعضها باستخدام كوابل الفايبر كوسط ناقل للمعلومات.

5- الشبكات الواسعة Wide Area Networks (WANs)

الشبكة الواسعة (WAN) عبارة عن الأجهزة و المعدات و خطوط الإتصالات التي تربط عدة أجزاء متباعدة من شبكة واحدة، وعادة ما تكون بين المدن، كما هو مبين في الشكل رقم (1-4):



الشكل رقم (1-4) : مثال على شبكة واسعة (WAN) تربط مباني شركة مكونة من ثلاثة فروع.

يبين الشكل رقم (4-1) مثالا على استخدام شبكات الـ (WAN). في المثال شركة مكونة من ثلاثة فروع، الفرع الرئيسي في مدينة الرياض، و الفرع الأول و الثاني في مدينتي الدمام و جدة كما هو مبين في الشكل.

يبين الشكل أيضا أن مباني فروع الشركة متصلة مع بعضها عبر خطوط إتصال مستأجرة من طرف ثاني و الذي عادة ما يكون شركة الإتصالات الرئيسية و التي تسمى مقدم الخدمة (Service Provider). يمكن أن يكون الخط من النوع الرقمي (Digital Leased Line) و يختصر بـ (DLL)، أو عبر الأقمار الصناعية (VSAT Line) أو غير ذلك من أنواع الخطوط و التي سنشرحها إن شاء الله في الأجزاء القادمة من الكتاب.

توضيح: كلمة (VSAT) هي اختصار لـ (Very Small Aperture Terminal) و تستخدم للإشارة الى أنظمة الإتصالات عبر الأقمار الصناعية التي تستخدم الهوائيات الموجهة على شكل أطباق صغيرة الحجم (Small Aperture) و تكون ذات كفاءة عالية في الإرسال و الإستقبال. لهذه الأنظمة استخدامات كثيرة من ضمنها التوصيل بين شبكات الكمبيوتر المتباعدة.

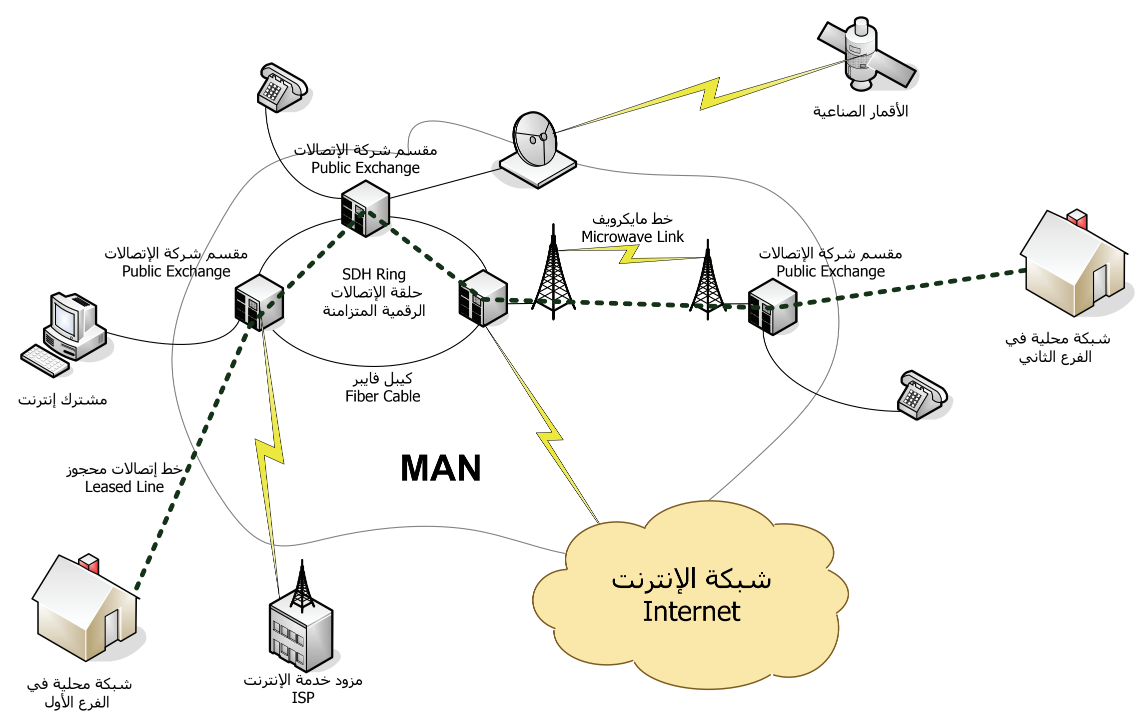
يشار عادة إلى خطوط إتصالات الـ (WAN) بخط مكسور كما هو موضح بالشكل و ذلك لتمييزها عن خطوط الإتصالات الأخرى في المخططات. تربط خطوط الإتصالات المستأجرة بين الأجهزة الخاصة بالشبكة الواسعة الـ (WAN) في كل من مباني الفروع، وهذه الأجهزة (أجهزة الـ WAN) تكون من جهة أخرى متصلة مع أجهزة الشبكة المحلية في كل مبنى من مباني الفروع أيضا، و بذلك تكون الشبكات المحلية في جميع الفروع مرتبطة عن طريق الشبكة الواسعة مما يشكل شبكة واحدة تابعة للشركة المالكة لها و الموضحة في المثال.

و من الجدير بالذكر هنا أن جميع أجهزة الشبكة الواسعة تكون تحت إدارة الجهة المالكة لها (و هي الشركة التي في المثال)، أما الخطوط المستأجرة فإنها تكون تحت إدارة شركة الإتصالات و التي تقدم الخدمة للمستأجر.

6- شبكة مساحة المدينة Metropolitan Area Network (MAN)

لا ينحصر هذا الحجم من الشبكات ضمن تصنيفات شبكات الكمبيوتر فقط، بل هو أوسع من ذلك. و تعتبر شبكة الـ (WAN) جزء من شبكة الـ (MAN) حيث أن خطوط شبكة الـ (WAN) المستأجرة تمر عبر شبكة الـ (MAN)، و فيما يلي التوضيح.

تتكون هذه الشبكة من العديد من أجهزة الإتصالات بما فيها المقاسم الرئيسية و أجهزة الإتصالات الضوئية و كوابل الفايبر الرئيسية و أبراج إتصالات المايكرويف و التي تكون مملوكة لشركة الإتصالات (مقدم الخدمة). و من ضمن هذه الشبكة أيضا ما يعرف بشبكة الإتصالات الرقمية المتزامنة (Synchronous Digital Hierarchy) و تختصر بـ (SDH)، و التي تستخدم للربط بين المقاسم. لاحظ الشكل رقم (1-5) التالي :



الشكل رقم (1-5) : مثال على شبكة إتصالات بما فيها شبكة الـ MAN.

من حيث المساحة تغطي هذه الشبكة مساحة مدينة كاملة، لكنها بجميع مكوناتها تكون تحت إدارة مقدم الخدمة في معظم الأحيان، لكن هنالك بعض الحالات تكون فيها شبكة الـ (MAN) خاصة و مملوكة من قبل المؤسسة (مثل المؤسسات العسكرية و الأجهزة الحكومية)

هذه الشبكة تحمل أنواع مختلفة من المعلومات، بما فيها الإتصالات الصوتية (إتصالات الهاتف) و بيانات الإنترنت و الخطوط المستأجرة التي تستخدم في ربط الشبكات الواسعة و غيرها من المعلومات. لاحظ الخط المتقطع في الشكل و الذي يمثل خط مستأجر (DLL) يربط بين فرعين من شركة معينة.

الهدف من بناء شبكات الـ (MAN) هو توزيع خدمات الإتصالات على المشتركين سواء كانوا مشتركين إنترنت، أو خطوط مستأجرة، أو مشتركين هاتف، و كل مدينة لها شبكة خاصة بها تابعة لشركة الإتصالات، و تكون تلك الشبكات بجميع المدن مرتبطة ببعضها عن طريق كوابل الألياف الضوئية (Fiber Optics Cables) الممتدة بين المدن لمسافات شاسعة.

تم ذكر هذا النوع من الشبكات فقط من أجل المعرفة، و لأن الخطوط المستأجرة في الـ (WAN) تكون جزء من الـ (MAN)، و هي تعتبر هي الشبكة الحاملة أو الناقلة للمعلومات (Carrier Network)، و ذلك لأنه عن طريق هذه الشبكة يتم نقل المعلومات بين المدن و مواقع الشبكات الفرعية، و تكون هذه الشبكة مرتبطة أيضا بالشبكة الدولية إما عن طريق الأقمار الصناعية أو عن طريق كوابل الفايبر البحرية (المثبتة تحت مياه البحر) و التي تربط معظم دول العالم.

7- الشبكات اللاسلكية Wireless Networks

الشبكات اللاسلكية هي الشبكات التي تربط بين أجهزة الإتصالات لاسلكيا عن طريق أمواج الراديو أو أشعة الليزر. كما يشير اسم هذا النوع من الشبكات الى أنه لا تستخدم الأسلاك كوسيط لنقل المعلومات، و الوسيلة المستخدمة هنا هي الأمواج الراديوية عبر الأثير أو الفراغ.

يندرج تحت هذا المسمى أي شبكة لا تعتمد على الأسلاك كوسيلة لنقل المعلومات، و هنالك العديد من الأنظمة التي تعتمد على الإتصالات اللاسلكية، و ما يهمنا ذكره هنا هو شبكات الكمبيوتر المحلية اللاسلكية (Wireless Local Area Networks) و التي تعرف بـ (WLAN). حيث يكون الوسط الناقل للمعلومات هو الأمواج الراديوية، و لمسافات محدودة لا تزيد عن 50 متر داخل المباني، أو لمسافات تصل إلى عدة كيلومترات خارج المباني.

من الجدير بالذكر هو أن سرعة نقل البيانات في الشبكات اللاسلكية تظل محدودة بالمقارنة مع وسائط أخرى مثل الفايبر، بالإضافة الى أن سرعتها تنخفض كلما زادت المسافة، و مع ذلك فإن الشبكات المحلية اللاسلكية و الإتصالات اللاسلكية بشكل عام في تطور مستمر و تشكل جزءا هاما و كبيرا في عالم الإتصالات و الشبكات.

3-1 : تصنيفات شبكات الكمبيوتر من حيث الوظائف و الخدمات :

لم يعد تصنيف شبكات الكمبيوتر يعتمد على المساحة التي تغطيها فقط، بل تعدى ذلك ليكون على أساس الخدمات و الوظائف التي تؤديها الشبكة، و ذلك بسبب تزايد الإعتمادية على شبكات الكمبيوتر في نقل و تبادل المعلومات في السنوات الأخيرة الماضية، و بسبب التطورات العديدة و الهائلة التي توصلت إليها صناعة الكمبيوتر و الشبكات. كل ذلك أدى الى ظهور أنواع جديدة من الشبكات لها مهمات إضافية زيادة على نقل و تبادل المعلومات.

الحاجة أم الإختراع، و هذا صحيح في عالم شبكات الكمبيوتر، و من المعلوم لدينا أن المعلومات بمختلف أشكالها تعتبر أساس في أي نوع من أنواع العمل. على المستوى البسيط الكمبيوتر الشخصي قد يفي بالغرض، لكن على سبيل المثال، في المستشفيات الضخمة والتي تقدم الرعاية الطبية لمئات المرضى و بها مئات الموظفين من أطباء و ممرضين و عاملين و غيرهم، لا بد من وجود وسيلة للإحتفاظ بسجلات المرضى و بيانات الموظفين و معلومات هامة أخرى على الصعيد الطبي و المالي و غيرها من المجالات. و كذلك الحال في الجامعات التي يدرس فيها عشرات الالاف من الطلاب.

من هنا كانت الحاجة الى وجود شبكات متخصصة لإدارة و تنظيم الكميات الهائلة من المعلومات التي يتم التعامل معها يوميا، و ذلك من حيث تخزين المعلومات و الحصول على نسخ إحتياطية بشكل دوري و سريع و أوتوماتيكي، و كذلك سهولة كبيرة في الحصول على المعلومات مرة أخرى و استرجاعها عند الحاجة لها. فيما يلي نذكر أشهر أنواع شبكات التخزين:

1- شبكة مساحة التخزين (Storage Area Network (SAN.
2- شبكة التخزين المرفق مع الشبكة (Network Attached Storage (NAS.

لا تعتبر هذه الشبكات أنواع مستقلة بل هي شبكات مكملة للأنواع التي ذكرناها سابقا و تعمل بشكل متكامل (أي أنها ليست شبكات أساسية بل هي اختيارية لتحسين أداء العمل). و لشبكات التخزين أجهزة إتصال خاصة بها و متوافقة مع أجهزة الإتصالات الخاصة بالشبكات العادية، و لها مكوناتها و برمجياتها الخاصة، و لكنها خارج نطاق موضوع هذا الكتاب و لا نريد الخوض في تفاصيلها، و سنكتفي بذكرها من أجل المعرفة فقط.

أيضا الإنتشار الكبير لإستخدام شبكة الإنترنت العالمية و التزايد الهائل في كمية المعلومات و أنواعها المختلفة المتبادلة عبر الشبكة ولّد الحاجة لوجود شبكات متخصصة لإدارة و تنظيم عملية تقديم المعلومات المطلوبة من قبل المستخدمين، و هذه الشبكات تعرف بشبكات إدارة المحتوى (Content Networks)، و هي مكونة من العديد من أجهزة الكمبيوتر الضخمة و ذات القدرات العالية المنتشرة في أماكن معينة حول العالم لدى مزودي خدمة الأنترنت (Internet Service Providers) أو (ISPs)، و وظيفة تلك الشبكات هي تسهيل و تسريع الوصول الى المعلومات و كذلك التوفير في سعة قنوات الإتصالات المتوفرة، أو ما يعرف بـ (Communication Bandwidth)، و هي سعة و قدرة خط الإتصال على نقل المعلومات.

من أمثلة استخدام شبكات ادارة المحتوى هو عندما نريد الحصول على ملف صوتي (mp3) من شبكة الإنترنت، فإن مزود الخدمة يكون لديه أجهزة مخصصة تحتفظ بهذا الملف بعد الحصول عليه أول مرة من المصدر، و عند طلب نفس الملف من قبل مستخدم اخر فإن مزود الخدمة يقدم الملف بشكل سريع للمستخدم الثاني دون الرجوع للمصدر. و لا يقتصر استخدام شبكات المحتوى على شبكة الإنترنت بل يمكن استخدامها في المؤسسات الخاصة حيث أن لها مكوناتها و برمجياتها المتوافقة مع الشبكات العادية أيضا.

تعتبر موضوعات شبكات التخزين و إدارة المحتوى من المواضيع المتقدمة في شبكات الكمبيوتر، و لا نريد الخوض في تفاصيلها لأنها خارج إطار الهدف الذي تم تحديده لهذا الكتاب، لكن قمنا بذكر هذه الأنواع لإعطاء فكرة عنها لأنه يمكن التعرض لها في الحياة العملية.

4-1 : الصورة الكاملة لشبكات الكمبيوتر :

في الصفحات القليلة الماضية ذكرنا أنواع عديدة من شبكات الكمبيوتر و المعلوماتية، و قلنا أن لكل شبكة حجمها و تصنيفها و استخداماتها الخاصة بها. في الحقيقة يمكن أن نفصل بين أنواع الشبكات نظريا، لكن في الواقع العملي كثيرا ما نجد أكثر من نوع من أنواع الشبكات موجودة معا و تعمل بشكل متكامل.

الشكل رقم (1-6) على الصفحة التالية يبين لنا رسم تخطيطي لشبكة كمبيوتر يمكن أن تكون في أي مؤسسة لها عدة فروع، لاحظ في الشكل أن المباني الضخمة تحتوي على شبكات مؤسسية، و المباني الصغيرة تحتوي على شبكات محلية.

....

نسخة تجريبية

....

Part Two / الجزء الثاني
الشبكات المحلية
Local Area Networks (LANs)



في الجزء السابق تحدثنا عن شبكات الكمبيوتر بشكل عام، و ذكرنا أن من ضمن تصنيفات تلك الشبكات هي الشبكة المحلية (Local Area Network). في هذا الجزء من الكتاب سنتحدث عن مكونات الشبكة المحلية المادية، و سنتعرف على بعض المواصفات و المقاييس العالمية الخاصة بها.

1-2: الشبكات المحلية (Local Area Networks (LANs :

تعرف الشبكة المحلية على أنها مجموعة من الأجهزة و التوصيلات التي تمكنا من إرسال و استقبال البيانات و الملفات بين أجهزة الكمبيوتر بأنواعها المختلفة بحيث لا تتعدى المساحة التي تغطيها مساحة المبنى الواحد، أو مساحة القسم أو الدور الواحد في حال كون المؤسسة كبيرة الحجم و مكونة من عدة أدوار للمبنى.

يوجد العديد من أنواع الشبكات المحلية، و تختلف تلك الأنواع باختلاف مكوناتها من حيث أجهزة التوصيل و وسائط نقل المعلومات و مواصفات تلك المكونات و مقاييسها، و كذلك تختلف أنواع الشبكات المحلية من حيث سرعة نقل البيانات من خلالها.

تقوم هيئات و مؤسسات هندسية و تقنية عالمية بوضع مواصفات و معايير قياسية خاصة بكل جزئية من مكونات الشبكات المحلية، يتم مثلا تحديد أنواع الكيبلات التي يجب أن تستخدم في نوع معين من الشبكات و أطوال الكوابل المسموح بها، و سرعة نقل البيانات، و كذلك أنواع المنافذ و الوصلات و فتحات الإتصال و غيرها من المواصفات حتى أدق التفاصيل الخاصة بكل نوع من الشبكات و مكوناتها المادية و غير المادية. من ناحية أخرى يقوم المصنعون لمنتجات و مكونات شبكات الكمبيوتر بالإلتزام بتلك المواصفات، و ذلك من أجل التنظيم و تسهيل التعامل مع العديد من مصادر الإنتاج مع ضمان العمل بنجاح لتلك المنتجات.

من الجهات المسؤولة عن وضع المقاييس (Standard Bodies) العالمية الخاصة بشبكات الكمبيوتر نذكر مايلي:

- معهد مهندسي الكهرباء و الإلكترونيات
Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)

- المعهد القومي الأمريكي للمواصفات القياسية
American National Standards Institute (ANSI)

- الجمعية الأوروبية للمقاييس الكهربائية و التقنية
European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)

- منظمة المقاييس الدولية
International Organization for Standardization (ISO)

- جمعية المواصفات الكهربائية و التقنية العالمية
International Standards (IEC)

- إتحاد الإتصالات الدولي التابع للأمم المتحدة
International Telecommunications Union (ITU)

- مجموعة المهندسين العاملة بالإنترنت
Internet Engineering Task Force (IETF)

- اتحاد صناعة الإتصالات Telecom Industries Associations (TIA)

- اتحاد صناعة الإلكترونيات Electronics Industries Alliance (EIA)

بالإضافة الى العديد من الهيئات التي تضع مواصفات قياسية عالمية (International Standards) خاصة بشبكات الكمبيوتر و الأنظمة المساندة لها مثل أنظمة الأمن و السلامة و أنظمة الإنذار و إطفاء الحرائق.

قامت بعض الهيئات المختصة بمجال الكمبيوتر و الشبكات بإصدار مواصفات خاصة للعديد من أنواع الشبكات المحلية على مر العقود الماضية، و من الأمثلة على ذلك:

- شبكات توكنرنج Token Ring.
- شبكات الفايبر الموزع Fiber Distributed Data Interface (FDDI).
- شبكات الإيثرنت Ethernet Networks.

الكثير من أنواع الشبكات القديمة تلاشى إستخدامها نهائيا بسبب بعض العيوب و النواقص مثل ارتفاع أسعارها و عدم التوافق فيما بينها. لكن بقي نوع واحد من تلك الشبكات و انتشر انتشارا واسعا في العالم و نجح بلا منافس، هذا النوع هو شبكات الإيثرنت (Ethernet).

سوف نركز في هذا الكتاب فقط على شبكات الإيثرنت من أنواع الشبكات المحلية لأنها الأكثر انتشارا، فلا نريد أن نضيع الوقت و الجهد على تكنولوجيا الشبكات القديمة، لأنها لم تعد تستخدم، و ما سوف تتعامل معه عزيزي القارئ في الحياة العملية بمجال الشبكات المحلية هو نوع واحد و هو شبكات الإيثرنت.

2-2: الشبكات المحلية من نوع إيثرنت Ethernet Networks:

تمتاز تكنولوجيا شبكات الإيثرنت بالعديد من الميزات التي جعلتها صاحبة الحظ الأكبر من الإنتشار في العالم، و من تلك الميزات أنها سهلة التصميم و رخيصة الأسعار، و جميع إصداراتها و الأجيال التي تم إنتاجها متوافقة مع بعضها و تعمل بشكل متكامل، بالإضافة الى كونها تتبع الأنظمة المفتوحة في التصميم (Open Standards) مما جعلها في متناول جميع المصنعين و ليست حكرا على جهة معينة. و الأهم من ذلك كله أنها الأسرع و الأكفأ في نقل البيانات بين أجهزة الكمبيوتر. فيما يلي نستعرض نبذة تاريخية عن شبكات الإيثرنت و مسيرة تطورها.

نبذة تاريخية مختصرة عن شبكات الإيثرنت :

بدأت الأبحاث على شبكات الإيثرنت منذ بداية السبعينيات، حيث اهتمت بها العديد من الشركات الرائدة بمجال صناعة الكمبيوتر في تلك الأيام. و من ذلك الحين الى الان مرت الأيثرنت بالعديد من مراحل التطوير و التعديل بالتزامن مع تطور صناعات الكمبيوتر و الإتصالات و الإلكترونيات، و لا تزال شبكات الإيثرنت الى الان محط اهتمام العديد من المصنعين لمنتجات الشبكات و مراكز الأبحاث و التطوير، و كذلك هيئات و مؤسسات المواصفات و القايبس العالمية.

في بداياتها كانت الإيثرنت تعمل باستخدام الكوابل النحاسية المحورية (Coaxial Cables) لنقل البيانات بسرعات تراوحت بين 3 الى 10 ميغابت في الثانية (من 3Mbps الى 10Mbps).

في أواخر الثمانينات أصبحت الإيثرنت تعتمد على الكوابل النحاسية المجدولة (Twisted Pair Cables) كوسط لنقل المعلومات. و استمر العمل على تطوير هذا النوع من الشبكات الى أن قام معهد مهندسي الكهرباء و الإلكترونيات (IEEE) بإصدار مواصفات الإيثرنت المستخدمة حاليا و تم توثيق هذه المواصفات بما يعرف بنموذج أو مجموعة وثائق الـ (IEEE 802.3).

منذ التسعينيات الى الان بدأ التسارع في تطور الإيثرنت، حيث أن السرعة الحالية لنقل البيانات بواسطة الإيثرنت تصل الى 10 غيغابت في الثانية (10Gbps) و ذلك باستخدام كوابل الفايبر، و المسافة التي يمكن لشبكات الإيثرنت وصولها تمتد الى عشرات الكيلومترات و بكفاءة عالية جدا و أسعار معقولة.

الجدول رقم (2-1) يبين لنا التسلسل التاريخي لتطور شبكات الإيثرنت، و يبين لنا أهم الوثائق التي أصدرها معهد مهندسي الكهرباء و الإلكترونيات (IEEE) بخصوص هذا النوع من الشبكات المحلية، و تعتبر تلك الوثائق من أهم المعايير و المقاييس التي تصف شبكات الكمبيوتر المحلية من نوع إيثرنت و هي المعتمدة عالميا. أرجو الإطلاع على محتويات الجدول مع العلم بأننا سنشرح الكثير من محتوياته لاحقا عندما نتحدث عن تكنولوجيا الشبكات.

الجدول رقم (2-1): التسلسل التاريخي لتطور شبكات الإيثرنت.

رقم الوثيقة	التاريخ	الوصف
المرحلة التجريبية	1972 م	المرحلة التجريبية على شبكات الإيثرنت بسرعة 2.94 ميغابت في الثانية باستخدام كوابل النحاس المحورية (Coax Cables).
Ethernet II DIX v2.0	1982 م	تم التوصل الى شبكة إيثرنت تعمل بسرعة 10 ميغابت في الثانية باستخدام كوابل النحاس المحورية الرفيعة (Thin Coax).

IEEE 802.3	1983 م	أول وثيقة تصدر عن الـ IEEE و تصف شبكات الإيثرنت من نوع 10Base5 التي تستطيع نقل البيانات لمسافة 500 متر باستخدام كوابل النحاس المحورية الثخينة (Thick Coax) و بسرعة 10 ميغابت في الثانية.
IEEE 802.3a	1985 م	إصدار وثيقة تصف شبكات الإيثرنت من نوع 10Base2 و التي تستطيع نقل البيانات لمسافة 185 متر باستخدام كوابل النحاس المحورية الرفيعة (Thin Coax) و بسرعة 10 ميغابت في الثانية.
IEEE 802.3i	1990 م	إصدار وثيقة تصف شبكات الإيثرنت من نوع 10Base-T و التي تعمل باستخدام الكوابل النحاسية المجدولة (UTP) لمسافة 100 متر و بسرعة 10 ميغابت في الثانية.
IEEE 802.3u	1995 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت من نوع 100Base-T التي تعمل باستخدام الكوابل النحاسية المجدولة (UTP) لمسافة 100 متر و بسرعة 100 ميغابت في الثانية. بالإضافة الى شبكات الإيثرنت من نوع 100Base-F التي تعمل باستخدام كوابل الفايبر لمسافة تصل الى 2 كيلومتر بسرعة 100 ميغابت في الثانية.
IEEE 802.3z	1998 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت من نوع 1000Base-X التي تعمل باستخدام كوابل الفايبر بسرعة 1000 ميغابت في الثانية (1Gbps). سنشرح هذا النوع لاحقا.
IEEE 802.3ab	1999 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت من نوع 1000Base-T التي تعمل باستخدام الكوابل النحاسية المجدولة (UTP) لمسافة 100 متر و بسرعة 1000 ميغابت في الثانية (1Gbps). سنشرح هذا النوع لاحقا.
IEEE 802.3ae	2003 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت التي تعمل بسرعة 10 غيغابت في الثانية (10Gbps) باستخدام كوابل الفايبر.
IEEE 802.3ak	2004 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت التي تعمل بسرعة 10 غيغابت في الثانية (10Gbps) باستخدام كوابل النحاس المحورية.

IEEE 802.3an	2006 م	إصدار وثائق تصف شبكات الإيثرنت التي تعمل بسرعة 10 غيغابت في الثانية (10Gbps) باستخدام أنواع خاصة من كوابل النحاس المجدولة.
بالإضافة الى العديد من الإصدارات التي لا تزال تحت الدراسة، حيث أن الأبحاث جارية على شبكات إيثرنت تعمل بسرعة تصل الى 100 غيغابت في الثانية (100Gbps).		

مكونات شبكات الإيثرنت الحديثة Ethernet Network Components :

تتكون شبكات الإيثرنت من مكونات مادية ملموسة مثل الأجهزة و المعدات و الكوابل، و تسمى المكونات المادية (Hardware Components)، و مكونات غير مادية مثل البرمجيات (Software Components).

في هذا الجزء من الكتاب سنشرح المكونات المادية، و في أجزاء قادمة سنتدرج بشرح المكونات غير المادية. هنا أرجو الملاحظة أننا بدأنا بالمكونات المادية، بعكس الكثير من الكتب التي تتحدث عن نفس الموضوع. السبب في ذلك هو أننا نريد تسهيل الموضوع أكثر بحيث يصبح عند القارئ تصور عملي واضح عن شبكة الإيثرنت قبل الحديث عن كيفية انتقال المعلومات و آليات الإتصال بين مختلف أنواع الأجهزة المكونة للشبكة، و ذلك سيشجع على فهم الموضوع بشكل أسهل و أسرع.

3-2: المكونات المادية لشبكات الإيثرنت Ethernet Hardware Components

تتكون شبكات الإيثرنت المحلية الحديثة من المكونات المادية التالية :

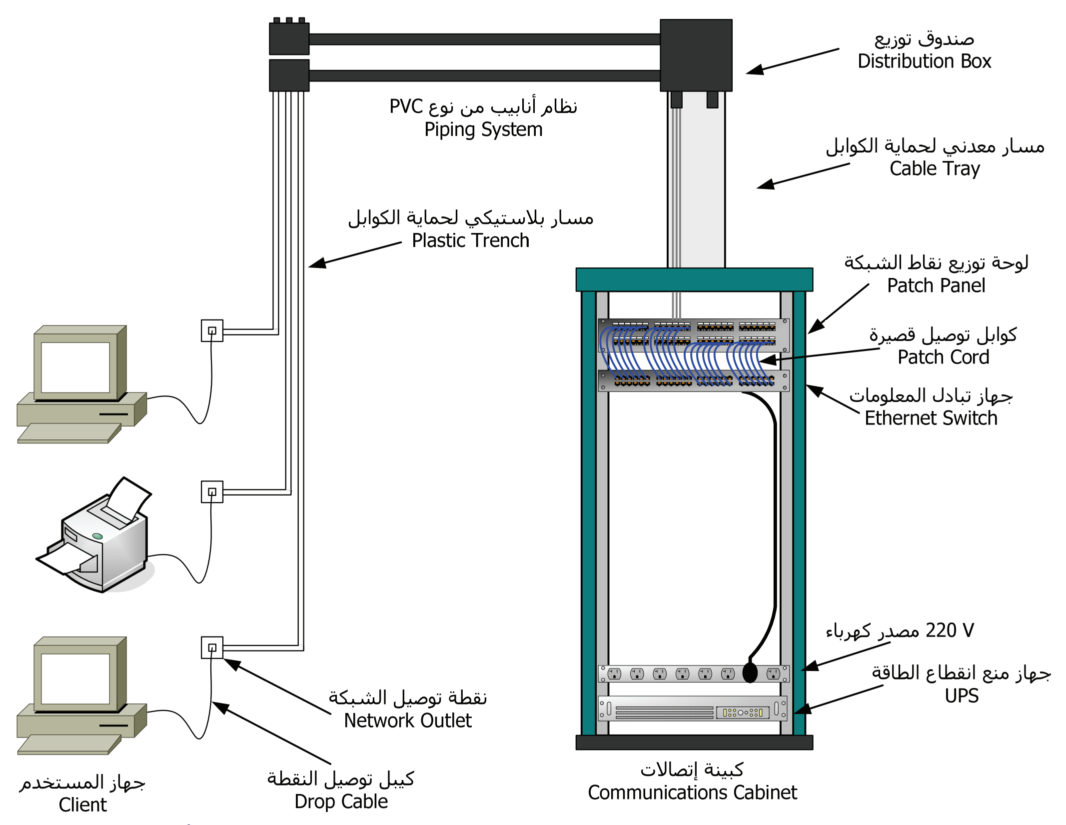
1- البنية التحتية للشبكة (Network Infrastructure).
2- الأجهزة الفعالة لتبادل المعلومات (Ethernet Switches).
3- خادم الشبكة أو السيرفر (Server).
4- أجهزة الكمبيوتر للمستخدمين (Clients).
5- أجهزة و أدوات مشتركة (Shared Resources).
6- الخدمات و التطبيقات (Applications and Services).

....

نسخة تجريبية

....

الشكل رقم (3-2) يوضح لنا بعض مكونات الأنظمة المساعدة في بناء بنية الإيثرنت التحتية للشبكات المحلية الداخلية.



الشكل رقم (3-2) : مكونات البنية التحتية لشبكة محلية من نوع إيثرنت مع أنظمة مساعدة.

المثال المبين في الشكل رقم (3-2) يبين لنا مثال بسيط على البنية التحتية لشبكات الكمبيوتر من نوع إيثرنت، حيث أن جميع المستخدمين موجودين بنفس المكان و عددهم قليل. لكن في الواقع العملي عادة ما يكون هنالك عدد كبير من المستخدمين ربما يصل الى المئات أو الآلاف، كما هو الحال في الفنادق الضخمة و المجمعات التجارية

الكبرى، و يكون هؤلاء المستخدمين موزعين في أكثر من مكان أو عدة أدوار في المبنى الواحد. بهذه الحالة يكون لدينا عدد هائل من نقاط توصيل الشبكة و كبائن الإتصالات و غيرها من المكونات، لذلك لا بد من تنظيم عملية تكوين البنية التحتية للشبكات الكبيرة بحيث نحصل على شبكات مصممة بشكل مدروس و يسهل على الاخرين من فنيين و مهندسين فهمها و التعامل معها في حالة حدوث أعطال أو في حالة الحاجة الى توسيعها.

لكي نقوم بتصميم شبكات إيثرنت تخدم عدد كبير من المستفيدين، أو لكي نتعامل مع شبكات إيثرنت كبيرة الحجم، لابد من دراسة الأنظمة و المواصفات العالمية الخاصة بهذا المجال. و لكي نتمكن من دراسة تلك الأنظمة، لابد من التعرف على العناصر و المصطلحات التي تتكلم عنها و تعتمد عليها في وصف و بناء الشبكات. سنغطي هذه الموضوعات عندما نتحدث عن الشبكات المؤسسية في الجزء الثالث من الكتاب.

فيما يلي سنشرح بشئ من التفصيل كل المكونات المبينة في المثال السابق في الشكل رقم (2-3)، حيث أننا سوف نعرف أكثر عن أنواع و أحجام كبائن الإتصالات و مواصفاتها التي على أساسها يتم إختيارها في المشاريع العملية، و كذلك بالنسبة للكوابل و الأنظمة المساعدة و نقاط التوصيل و غيرها من المكونات التي تندرج تحت العنصر الأول من مكونات الإيثرنت و هو " البنية التحتية " للشبكات المحلية (LANs).

كبائن الإتصالات Communications Cabinets :

كبينة الإتصالات عبارة عن خزانة معدنية مجهزة بداخلها بحاملات معدنية لتركيب الأجهزة المختلفة عليها، و يكون الباب الأمامي لها مصنوع من الزجاج لمراقبة الأجهزة داخل الكبينة. و تكون أيضا مزودة بأبواب جانبية و باب خلفي (للكبائن كبيرة الحجم) و ذلك من أجل تسهيل التعامل مع الأجهزة و الكوابل داخل الكبينة. الشكل رقم (2-4) يبين لنا مثال على أنواع و أحجام مختلفة من الكبائن.



الشكل رقم (2-4) : مثال على أشكال و أحجام كبائن الإتصالات.

عند إختيار كبينة الإتصالات لابد من الإهتمام ببعض القياسات و المعدات الإضافية الخاصة بها، نذكر منها ما يلي:

- **سعة الكبينة Cabinet Capacity**: المقصود بسعة كبينة الإتصالات هو الإرتفاع الداخلي للكبينة و الذي يمكن استغلاله لتركيب الأجهزة و المعدات. و يقاس هذا الإرتفاع بوحدة قياس عالمية و ضعها إتحاد صناعة الإلكترونيات (EIA)، و تعرف هذه الوحدة بوحدة قياس الرف (Rack Unit) و يرمز لها بالحرف " U "، و هي تعادل 1.75 بوصة. أي أن الكبينة التي حجمها 15U يحسب ارتفاعها الداخلي كما يلي :

$$15U = 15 \times 1.75'' = 26.25''$$

ملاحظة: البوصة الواحدة تساوي 2.54 سنتمتر، أي أن الكبينة بحجم 15U يكون إرتفاعها الداخلي يساوي تقريبا 66.6 سنتمتر.

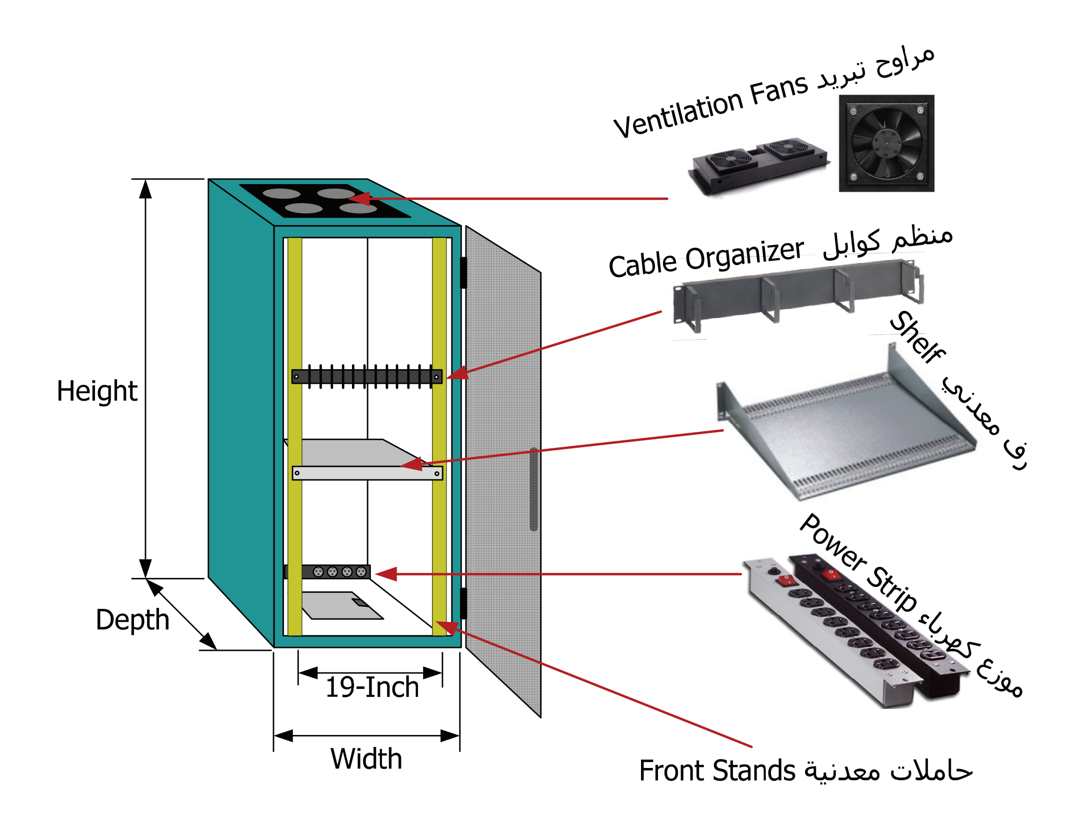
يتم تقسيم السعة الداخلية على الأجهزة و المعدات، حيث أن كل جهاز يحتاج الى مقدار معين من السعة، مثلا بعض أجهزة تبادل المعلومات تحتاج الى 1.5U و بعضها يحتاج الى 3U، و هناك أجهزة مركزية تحتاج ربما الى 10U أو أكثر. بالإضافة الى لوحات توزيع المنافذ فبعضها يحتاج الى 1U و بعضها الى 2U و ذلك يعتمد على عدد المنافذ. من هنا فإنه يجب دراسة الإحتياجات بعناية و توفير الكبينة بالسعة اللازمة مع الأخذ بعين الإعتبار الحاجات المستقبلية. و يفضل دائما توفير مقدار

30% سعة فارغة بعد تركيب جميع الأجهزة و المعدات و ذلك لتغطية الحاجات المستقبلية.

- **عرض الكبينة Width**: هو العرض الخارجي أو البعد الأفقي للكبينة، يرمز له بالرمز W، و يقاس بالملمتر. يمكن أن تكون كبينة الإتصالات بعرض 600 ملم (600mm) أو 800 ملم (800mm) أو 1000 ملم (1000mm)، حيث أنه يتم اختيار العرض المناسب حسب الحاجة.

....

....



الشكل رقم (5-2) : خصائص كبائن الإتصالات.

بالإضافة الى ما ذكرناه سابقا من خصائص كبائن الإتصالات التي يجب أن نهتم بها عند إختيارنا للكبائن، فإنه لا بد أيضا من مراعاة التوسعات المستقبلية، و ذلك لأن تركيب كبائن الإتصالات يعتبر حدث رئيسي في تركيب شبكات الكمبيوتر و ليس من السهل إجراء تغييرات بعد تشغيل الشبكة، لذلك يجب دراسة الإحتياجات بشكل دقيق بما يفي بالحاجات المستقبلية. هذا بالإضافة الى ضرورة توفير مصادر كهرباء كافية، و تكون بفولتيات 110V و 220V إذا كان المصدر الرئيسي يسمح بذلك، و قدرة على تحمل تيار كهربائي يزيد عن حاجة الأجهزة الفعلية و ذلك لتغطية الحاجات المستقبلية.

....

نسخة تجريبية

....

الإختلاف في طريقة جدل الأسلاك و عدد الجدلات في المتر الواحد من الكيبل، و طريقة عزل الأسلاك عن بعضها داخل الكيبل أدى الى وجود أصناف مختلفة من الكوابل و مستويات لأدائها، و كل صنف أو مستوى للجودة في الأداء يسمى (Category)، فبعض الكوابل لها خصائص تمكنها من نقل البيانات بسرعات عالية جدا، و البعض الاخر له مواصفات أقل. و بعض الكوابل تلائم بيئة المكاتب و الشركات، و بعضها تلائم بيئة المصانع، و بعضها الاخر للإستخدام الخارجي.

ماهي أصناف كوابل الأسلاك النحاسية المجدولة ؟ ما الذي يميز صنف من الكوابل عن صنف اخر ؟ و بماذا تختلف تركيبة كل صنف من الكوابل ؟ و كيف نختار نوع الكيبل لبيئة عمل معينة ؟ هذا ما سوف نتعلمه فيما يلي.

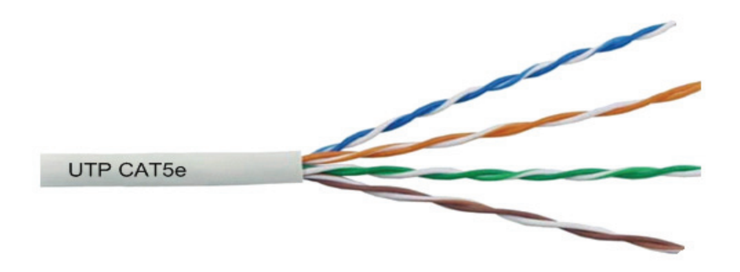
....

نسخة تجريبية

....

كوابل الأسلاك المجدولة الغير مصفحة
Unshielded Twisted-Pair (UTP) Cables

تتكون هذه الكوابل من 8 أسلاك (أربعة أزواج من الأسلاك 4-pair of wires)، و تكون تلك الأسلاك معزولة عن بعضها بمواد بلاستيكية عازلة و ملونة بألوان محددة تخضع لمواصفات اتحاد صناعة الإتصالات و الإلكترونيات (TIA/EIA) و منظمة المواصفات العالمية (ISO). الشكل رقم (6-2) يبين لنا صورة لمقطع من هذا النوع من الكوابل:



الشكل رقم (6-2): كيبل الأسلاك المجدولة الغير مصفحة UTP.

تغطي الأسلاك طبقة بلاستيكة من الخارج، و يتميز هذا النوع من الكوابل ببساطة تركيبته الداخلية و خفة وزنه، و سهولة التعامل معه و رخص أسعاره. يتوفر هذا النوع من الكوابل بمستويات (من 1 الى 7)، و أكثرها استخداما هو (UTP CAT5e). حيث أن (UTP) تعني (Unshielded Twisted-Pair)، و (CAT5) هي اختصار لـ (Category 5) و تعني المستوى الخامس، و الحرف (e) اختصار لكلمة (Enhanced) وتعني المطور أو المحسن. و تستخدم المستويات العالية مثل 6 و 7 في الشبكات التي تحتاج الى مواصفات و سرعات عالية جدا، و من مساوئ المستويات العالية أنها غالية الثمن و بحاجة الى دقة متناهية في التركيب، و غير ذلك يفقدها الكثير من أدائها.

> ملاحظة: مواصفات الـ (TIA/EIA) تقسم الكوابل الى مجموعات (Categories) و هي من 1 الى 7، لكن مواصفات الـ (ISO/IEC) تقسم الكوابل الى مستويات (Classes) و هي (Class A، Class B، Class C، Class D، Class E، Class F). حيث أن UTP Cat5e مكافئ لـ Class D، و Cat6 مكافئ لـ Class E.

يمكن أن تأتي كوابل الـ (UTP) للإستخدام الداخلي (Indoor Cable)، و هي ملائمة لبيئة المكاتب و الشركات. أو قد تأتي للإستخدام الخارجي (Outdoor Cable)

بحيث تكون مجهزة بطبقات إضافية للحماية من التأثيرات الخارجية مثل أشعة الشمس و الأمطار و غيرها.

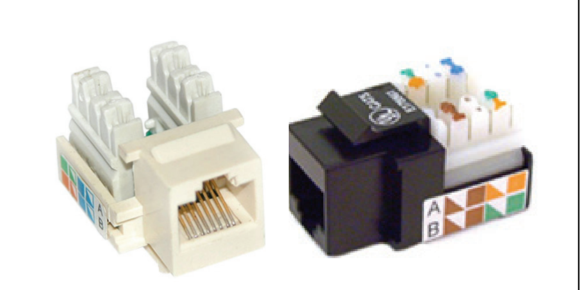
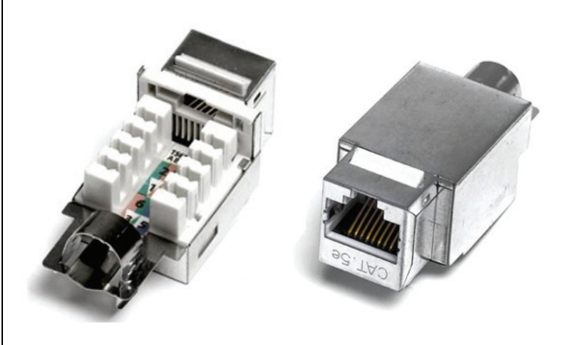
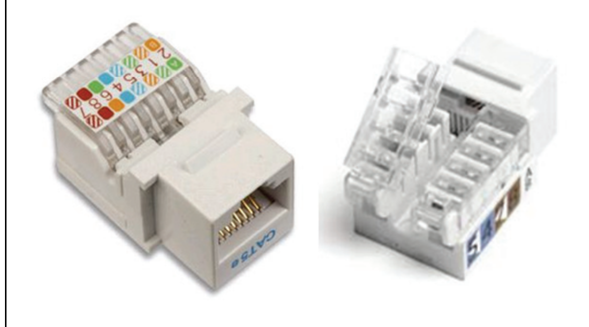
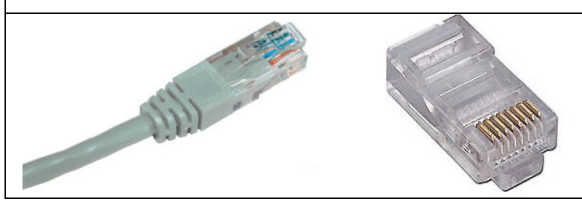
تعتبر كوابل الـ (UTP) من المستوى الخامس المطور (UTP CAT5e) أفضل اختيار لبيئة المكاتب و الشركات العادية، و ذلك لما تتميز به من رخص في الأسعار و سهولة في التركيب و جودة في الأداء في البيئة العادية.

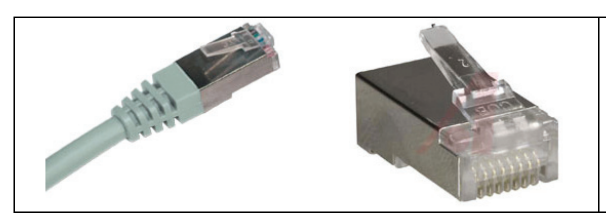
كوابل الأسلاك المجدولة المصفحة Shielded Twisted-Pair Cables

في البيئات الصناعية التي تكثر فيها مصادر التشويش على إشارات الإتصالات داخل كوابل شبكة الكمبيوتر، فإنه لابد من وسيلة لمنع ذلك التشويش، حيث أن جدل الأسلاك لوحده لا يمنع تماما إشارات التشوبش. من أنجح الطرق لمنع إشارات التشويش (Noise Signals) هو حجب الأسلاك الداخلية و عكس إتجاه إشارات التشويش و منعها من دخول الكيبل.

....

الجدول رقم (2-2): أنواع مقابس التوصيل.

Unshielded RJ-45 Modular Jack هذه صورة لمقبس توصيل ثابت من نوع (RJ-45)، تسمى (RJ-45 Modular Jack) أو (RJ-45 Keystone Jack) و كلاهما لتبيان الجزء الثابت من أنواع المقابس. هي من المستوى الخامس المطور (CAT5e). لاحظ وجود مجموعتي ألوان (A و B) و هي تمثل أسلوبين لربط الكوابل (TIA/EIA 568-A و TIA/EIA 568-B) حسب الألوان. سنتحدث عن ذلك بعد قليل.	
 **Shielded RJ-45 Modular Jack** هذه صورة لمقبس توصيل ثابت من نوع (RJ-45) المصفحة و هي من المستوى الخامس المطور (CAT5e) و تستخدم مع الكوابل المصفحة في البيئات الصناعية لمقاومة إشارات التشويش (Noise Signals). يجب ملامسة صفائح الألمنيوم داخل الكوابل بالسطح المعدني للمقابس لضمان التأريض الجيد لنظام الربط. لاحظ وجود قطعة معدنية من خلف المقبس خاصة لهذا الغرض.	
Tolless RJ-45 Modular Jack هذا المقبس من نوع (RJ-45) لا يحتاج الى أداة دفع الأسلاك لتركيبه، بل تستخدم الأداة الخاصة المرفقة معه كما هو مبين في الشكل. لاحظ وجود أنواع و أشكال مختلفة لهذا النوع من المقابس. حيث يتم ترتيب الأسلاك و إدخالها في أماكنها المخصصة حسب الألوان، و من ثم يتم الضغط على القطعة البلاستيكية الخاصة لتثبيت السلاك بدون استخدام أداة دفع الأسلاك.	
Unshielded RJ-45 Plug هذا المقبس من نوع (RJ-45) الطرفي، و هي نوع عادي غير مصفح من المستوى الخامس المطور (CAT5e). لاحظ استخدامه على أطراف وصلات الشبكة.	

	**Shielded RJ-45 Plug** هذا المقبس من نوع (RJ-45) الطرفي، و هي نوع مصفح من المستوى الخامس المطور (CAT5e). لاحظ استخدامه على أطراف وصلات الشبكة.

....

نسخة تجريبية

....

جهة المستخدم

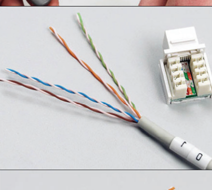
جهة لوحة التوزيع



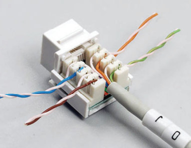
يتم سحب كيبل من كبينة الإتصالات الى منطقة عمل المستخدم و ذلك لكل نقطة مخرج للشبكة (مع ترقيم الكيبل)، على أن لا يزيد طول الكيبل المسحوب عن 90 متر



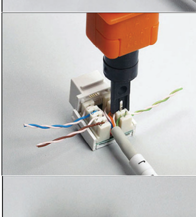
Stripping Tool
تقشير نهاية الكيبل من الطرفين باستخدام أدوات خاصة بذلك



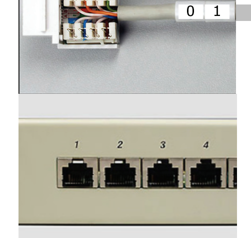
Standard Color Code
TIA/EIA 568 B
ترتيب الأسلاك حسب الألوان



تثبيت الأسلاك بمناطق التماس داخل المقبس



Punch Down Tool
دفع الأسلاك داخل نقاط التماس باستخدام أداة الدفع



Finishing
تركيب المقبس داخل لوحة التوزيع من جهة الكبينة و داخل الصندوق الخاص من جهة المستخدم

Labeling الترقيم
Testing الفحص
Certification شهادة الأداء
Documentation إعداد الوثائق

الشكل رقم (2-16) : خطوات تمديد نقطة مخرج الشبكة.

....

نسخة تجريبية

....

Part Three / الجزء الثالث
الشبكات المؤسسية
Enterprise Networks



تحدثنا في الجزء السابق عن الشبكات المحلية، و التي تتوجد في المباني الصغيرة. لكن إذا كان حجم الشبكة كبير نسبيا، و ذلك في المباني الضخمة مثل المستشفيات و مباني إدارات الشركات (Head Quarters)، فإن الشبكة بهذه الحالة تسمى شبكة مؤسسية. بهذا الجزء من الكتاب سنتعرف على خصائص و مكونات هذا النوع من الشبكات.

3-1: الشبكات المؤسسية Enterprise Networks:

شبكة الكمبيوتر المؤسسية هي التي تغطي المباني الضخمة و المكونة من مساحات كبيرة و عدد كبير من الأدوار، و هي تتكون من نفس مكونات الشبكة المحلية كما ورد في الجزء الثاني، و لكن على نطاق أوسع و بأعداد أكبر، حيث أن الشبكة الخاصة بكل دور أو قسم من أقسام الدور في المبنى تعتبر شبكة محلية، أي أن الشبكة المؤسسية مكونة من عدة شبكات محلية متصلة مع بعضها.

تنطبق المعايير و المقاييس العالمية نفسها بما يخص البنية التحتية للشبكة، لكن هذه المرة على مبنى كبير الحجم أو مؤسسة متعددة الأقسام.

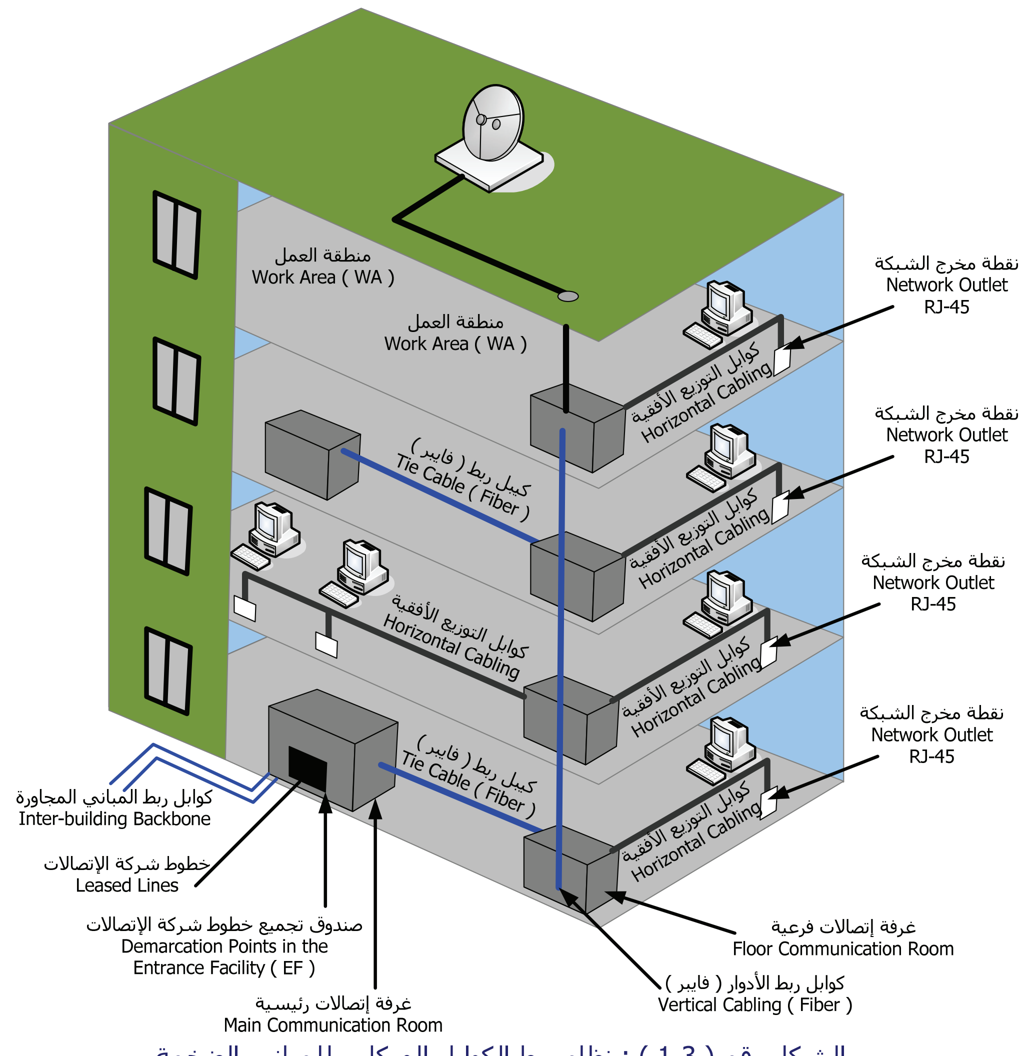
تستخدم شبكات الإيثرنت بشكل أساسي داخل هذه المباني، و على جميع مستويات تبادل المعلومات التي ذكرناها في الجزء الثاني:

- المستوى الطرفي (Access Level).
- المستوى التوزيعي (Distribution Level).
- المستوى المركزي أو الرئيسي (Core Level).

قبل البدء بالحديث عن الأجهزة الفعالة التي تستخدم لبناء الشبكات داخل المباني الكبرى، لا بد من المرور بشكل سريع على خصوصيات تلك الشبكات من حيث البنية التحتية اللازمة لتشغيلها.

1-1-3: البنية التحتية للشبكة المؤسسية
Enterprise Network Infrastructure

أفضل نموذج يمكن أن يستخدم لوصف البنية التحتية لشبكات الكمبيوتر داخل المباني الكبرى هو النموذج المعروف و المشهور بالنظام الهيكلي لربط الكوابل (Structured Cabling System)، و هو عبارة عن نموذج جاء نتيجة لجهود و دراسات عديدة قام بها المعهد القومي الأمريكي للمواصفات القياسية (ANSI) و إتحاد صناعة الإتصالات و الإلكترونيات (TIA/EIA) و غيرها من الجهات المسؤولة و المختصة بهذا المجال. الشكل رقم (1-3) يبين لنا ملخص لمعظم مكونات نظام الربط الهيكلي.



الشكل رقم (1-3) : نظام ربط الكوابل الهيكلي للمباني الضخمة

النظام الهيكلي لربط الكوابل هو عبارة عن مجموعة من التعريفات و المصطلحات و القواعد التي تساعد في بناء البنية التحتية للشبكات بشكل منظم و مدروس بحيث نحصل في النهاية على شبكة منظمة و سهلة الفهم من قبل الفنيين و المهندسين الذين سيقومون بتشغيلها و صيانتها. بالإضافة الى كون الشبكة تتصف بالمرونة و سهولة إجراء التغييرات و التوسيعات اللازمة في المستقبل. مع العلم أن هذا النموذج يصلح لبناء شبكات الكمبيوتر و شبكات الهاتف داخل المباني الكبرى، و ما سوف نركز عليه هو شبكات الكمبيوتر.

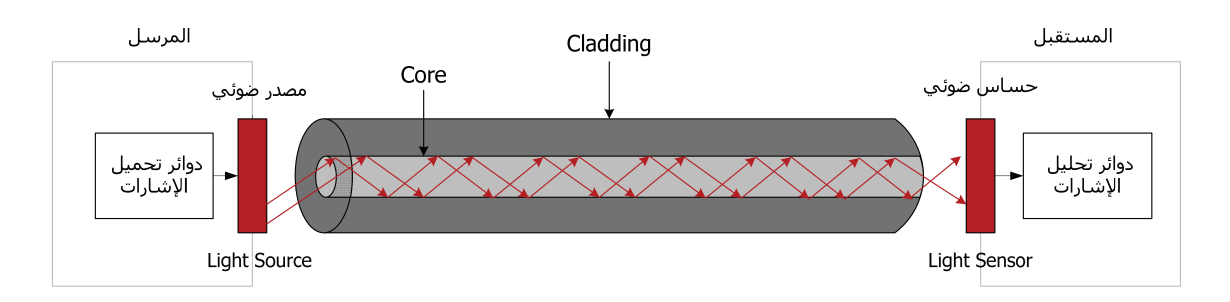
....

نسخة تجريبية

....

كيف يعمل كيبل الألياف الضوئية (أو الألياف البصرية) ؟

يتكون الوسط الناقل للإشارات الضوئية في كيبل الفايبر من طبقتين أساسيتين، و هما قلب الوسط (Core) و إسوار الوسط (Cladding). و تتصف طبقة القلب بأن لها معامل إنكسار للضوء (Refractive Index) أعلى من طبقة الإسوار الخارجية. لاحظ الشكل رقم (3-3):



الشكل رقم (3-3) : كيبل الألياف الضوئية Fiber Optics Cable

يقوم المرسل بتحويل المعلومات التي نريد إرسالها الى رموز و تسمى هذه العملية ترميز (Encoding)، ثم تقوم دوائر تحميل الإشارات بتحويل تلك الرموز الى إشارات ضوئية و تسمى هذه العملية (Light Modulation) و هي عملية تحميل الضوء

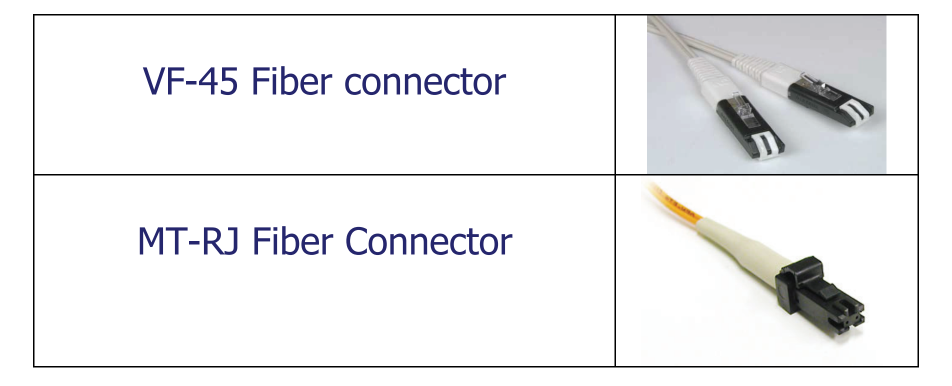
بإشارات معينة. مثلا، إذا أردنا إرسال كلمة معينة عبر هذا النظام المبسط فإنه يجب أولا تحويل الكلمة الى رموز كهربائية يسهل تحويلها الى إشارات ضوئية، و الرموز المستخدمة هي الصفر و الواحد، حيث أن 1 تعني تشغيل الضوء و 0 تعني إطفاء الضوء. مثلا اذا أردنا ارسال الرمز (101011) فإن هذا يعني بأن المصدر الضوئي سوف يرسل إشارات ضوئية متمثلة بإضاءة المصدر الضوئي عند الواحدات و إطفاء المصدر الضوئي عند الأصفار، فتكون النتيجة (إضاءة إطفاء إضاءة إطفاء إضاءة إضاءة).

....

....

الجدول رقم (3-1): بعض انواع المنافذ الضوئية Optical Fiber Connectors .

SC Fiber Connector	
ST Fiber connector	
LC Fiber Connector	



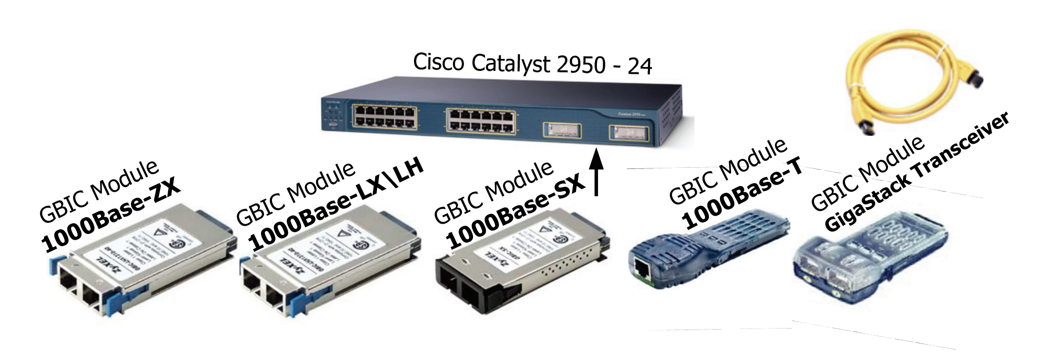
VF-45 Fiber connector	
MT-RJ Fiber Connector	

الشكل رقم (8-3) : أنواع الوصلات و المنافذ الضوئية Optical Fiber Patch Cords.

ثانيا: منافذ التوصيل الرئيسية Uplink Ports:

يأتي هذا النوع من المنافذ على خيارين، الخيار الأول أن يكون ثابت التركيب و المواصفات من حيث نوع المقبس (Connector) و سرعة نقل البيانات. أما الخيار الثاني هو أن يكون منفذ الربط متغير التركيب و سرعة نقل البيانات (Modular)، و في هذه الحالة يباع الجهاز مجهزا بلوحة فارغة و جاهزة لاستقبال أنواع مختلفة من منافذ التوصيل،

بأنواع مختلفة من المقابس و سرعة نقل البيانات. أنظر الى الشكل رقم (3-15) التالي الذي يبين أنواع منافذ التوصيل التي يمكن تركيبها داخل اللوحة المخصصة في جهاز تبادل المعلومات.

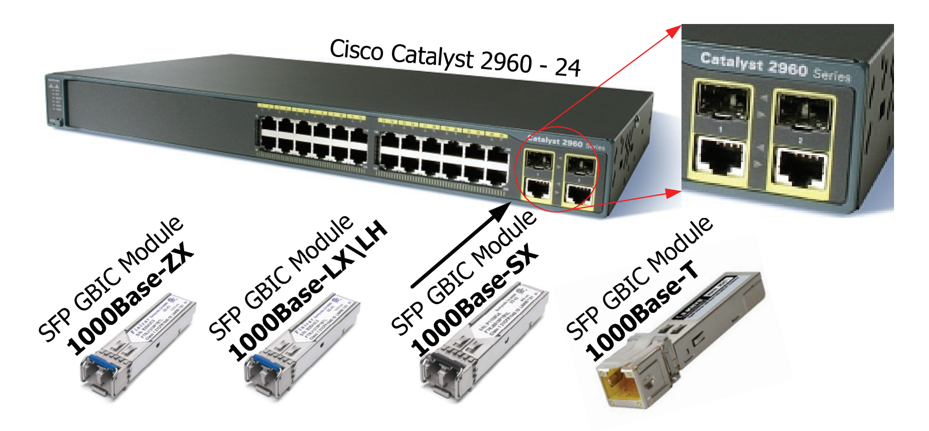


الشكل رقم (3-15) : منافذ التوصيل الرئيسية المتغيرة (Modular Uplinks).

تسمى الأجهزة المبينه في الشكل رقم (3-15) بمنافذ الغيغابت أو (Gigabit Interface Converter) و التي تختصر بـ (GBIC). و الاسم يدل على أن سرعة نقل البيانات لتلك المنافذ هي (1 Gbps)، و استخداماتها حسب المسافة كما يلي:

GigaStack Transceiver : تعني كلمة (Transceiver) أن الجهاز مكون من مرسل (Transmitter) و مستقبل (Receiver)، يستخدم هذا المنفذ لربط أكثر من جهاز تبادل معلومات من نفس النوع مع بعض بنفس المكان و ذلك لزيادة عدد منافذ الدخول، مثلا الجهاز الذي لدينا في الشكل يحتوي على 24 مخرج، اذا أردنا أن نضاعف العدد فإننا نشتري جهاز اخر و نربطة بالجهاز الأول باستخدام الكيبل الخاص المبين في الشكل. سرعة نقل البيانات في هذا النظام هي (1Gbps).

1000Base-T : تستخدم لمسافة 100 متر أو أقل باستخدام كوابل الـ (UTP Cat5e)، و نوع المقبس هو (RJ-45)، و سرعة نقل البيانات من خلالها هي (1000 Mbps = 1 Gbps). يمكن أن تستخدم لتوصيل جهاز كمبيوتر عادي أو لتوصيل جهاز تبادل معلومات اخر، مع ملاحظة أنه يجب استخدام كيبل متعاكس (Crossover UTP Cable) اذا أردنا توصيل جهاز تبادل معلومات مع جهاز تبادل معلومات اخر.

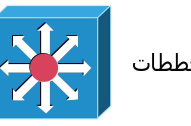


الشكل رقم (3-16) : منافذ التوصيل الرئيسية المتغيرة (SFP Modular Uplinks).

إن منافذ التوصيل الرئيسية (Uplink Ports) المبينة في الشكل رقم (3-16) لها نفس مواصفات المنافذ التي شرحنا عنها في الأسطر السابقة و لكن شكل و حجم تلك المنافذ أصغر من الموديلات السابقة. بالإضافة الى أن نوع مقبس الفايبر المستخدم هو (LC Type).

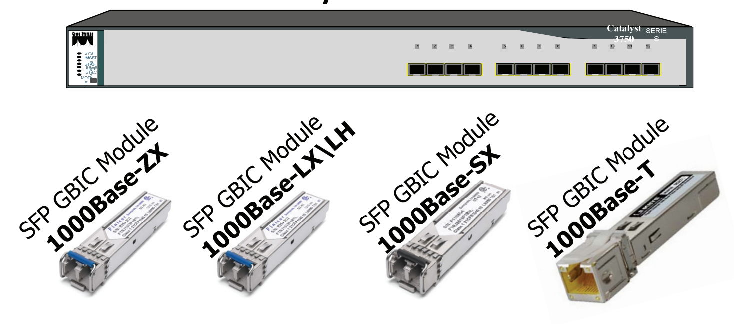
Cisco Catalyst 3750-24PS-E

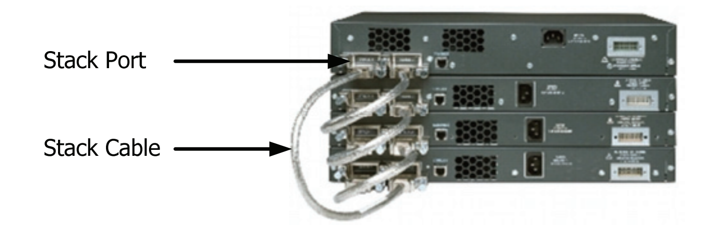




الرمز المستخدم في المخططات

Catalyst 3750G-12S





الشكل رقم (17-3) : أجهزة تبادل معلومات إيثرنت على المستوى التوزيعي.

....

نسخة تجريبية

....

Part Four / الجزء الرابع
شبكات المباني المتجاورة
Campus Area Networks (CAN)

الجزء الرابع يتحدث عن شبكات المباني المتجاورة (Campus Area Networks)، و ذلك من حيث مكوناتها و كيفية تركيبها و توصيلها فيزيائيا. سنتعرف على أنواع و مستويات الأجهزة المستخدمة و أنواع الكوابل و منافذ الإتصالات و غيرها من المواضيع. بالإضافة الى أننا سنعرض بعض الأمثلة العملية بحيث تشمل ما تعلمناه سابقا.

1-4: شبكة المباني المتجاورة (Campus Area Network (CAN:

عندما يكون لدينا مؤسسة مكونة مع عدد معين من المباني المتجاورة، بحيث تكون جميع تلك المباني موزعة على مساحة بضع كيلومترات، فإن شبكة الكمبيوتر التي تخدم هذه المؤسسة تسمى بشبكة المباني المتجاورة.

قد يكون أحد مباني المؤسسة كبير الحجم و مكون من عدة أدوار و به عدد كبير من مستخدمين الشبكة، فيكون نوع الشبكة في المبنى شبكة مؤسسية. لكن الشبكة ككل شبكة المباني المتجاورة (Campus Network)، أي أن الشبكة المؤسسية تكون أحيانا جزءا من شبكة المباني المتجاورة.

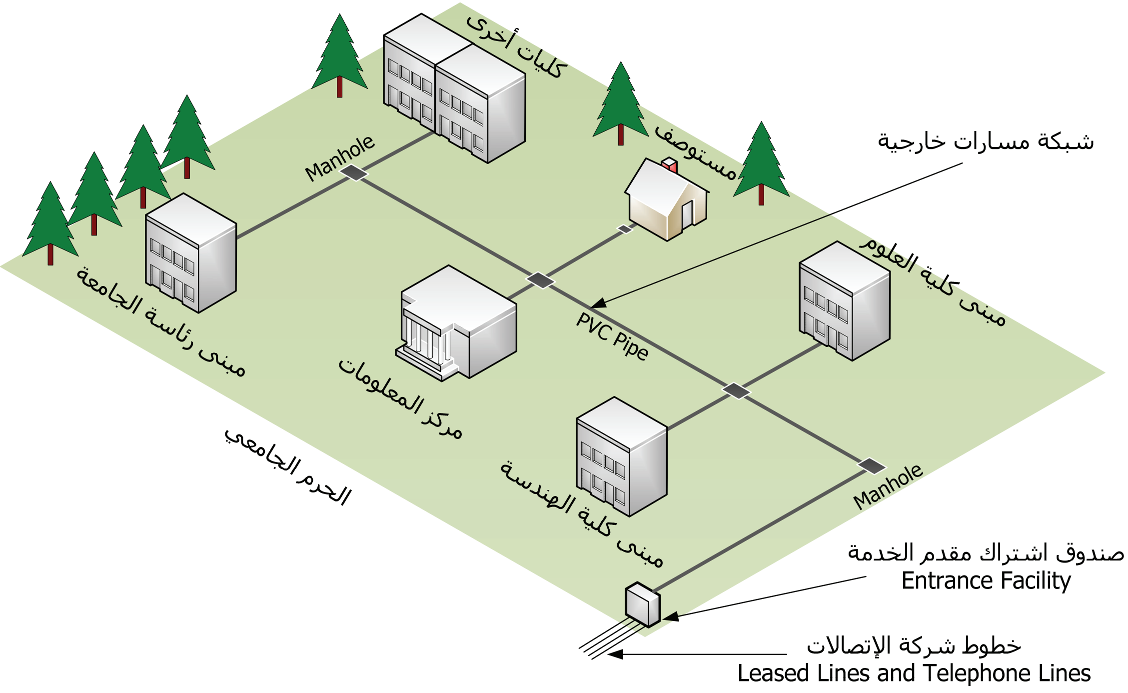
بهذه الحالة عادة ما تكون وسائط نقل المعلومات بين المباني هي كوابل الفايبر، سواء كانت من نوع متعدد الأطوار (MM Fiber) أو أحادي الطور (SM Fiber)، و نجد بعض المؤسسات تحدد استخدامها للفايبر على أساس أن الكوابل الخارجية من نوع (SM)، و الكوابل الداخلية من نوع (MM)، و هذا ليس شرطا بل هو إجراء لتنظيم و تسهيل إدارة الشبكة.

لهذا النوع من الشبكات خصوصيته من ناحية البنية التحتية للشبكة، حيث تحتاج كوابل الفايبر الخارجية الى مسارات خاصة بها، و بعض المكونات المساعدة في تمديدها و حمايتها.

فيما يلي سندرس خصائص البنية التحتية لشبكات المباني المتجاورة، و من ثم سننتقل الى أمثلة عملية تساعدنا على فهم هذا النوع من الشبكات، و ترسيخ الأفكار و المعلومات التي درسناها سابقا.

1-1-4: البنية التحتية لشبكة المباني المتجاورة
Campus Area Network Infrastructure

البنية التحتية داخل المباني قمنا بتغطيتها في الجزئين الثاني والثالث، لكن ما يميز شبكة المباني المتجاورة هو وجود شبكة مسارات خارجية لتمرير كوابل الفايبر التي تصل بين المباني، و جميع كوابل الخدمات الأخرى مثل كوابل الهاتف. شاهد الشكل رقم (1-4) التالي:



الشكل رقم (1-4): شبكة مسارات خارجية داخل الحرم الجامعي.

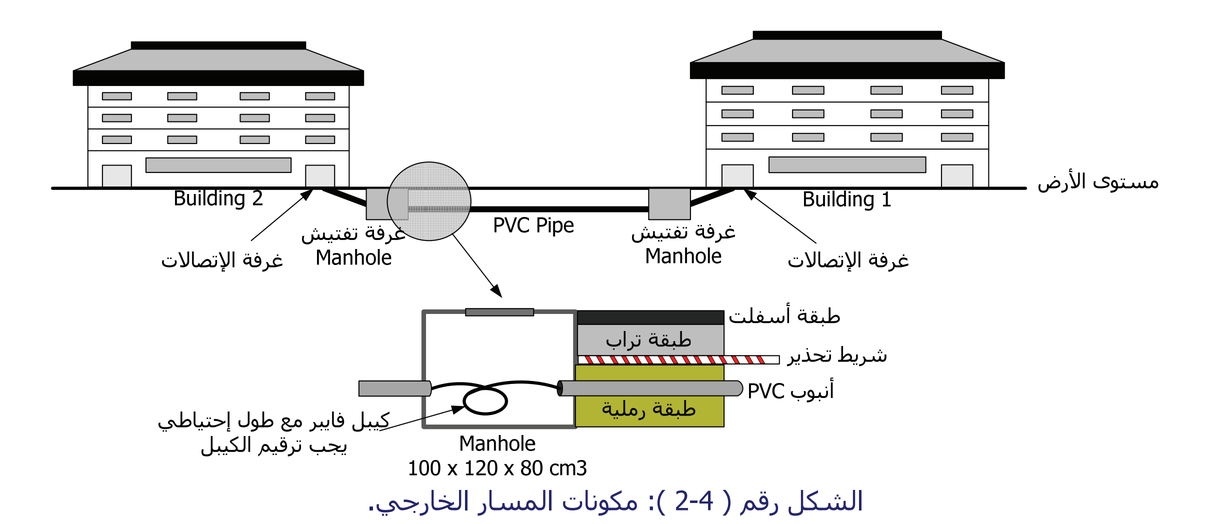
يبين لنا الشكل مباني داخل الحرم الجامعي لإحدى الجامعات، نلاحظ وجود شبكة مسارات خارجية تربط بين المباني، و صندوق الإشتراك مع مقدم الخدمة. يحتوي الصندوق على لوحة تركيب الأسلاك القادمة من أقرب مقسم لمقدم الخدمة، و التي تمثل جميع الخدمات من خطوط محجوزة (Leased Lines) و خطوط الهاتف، و هو ما يسمى بـ (Demarcation Point).

....

نسخة تجريبية

....

لتوضيح مكونات المسار الخارجي لاحظ الشكل التالي رقم (2-4) الذي يوضح مقطع عرضي لمسار خارجي يربط بين مبنيين متجاورين.



الشكل رقم (2-4): مكونات المسار الخارجي.

يبين لنا الشكل مثالا على مكونات المسار الخارجي، لاحظ وجود طبقة رملية حول الأنبوب لحمايته حتي لا ينكسر اذا تعرض لضغط، و لاحظ أيضا وجود شريط تحذير لحماية المسار اذا حصل أعمال حفريات في المستقبل و ذلك للإنذار بوجود مسار.

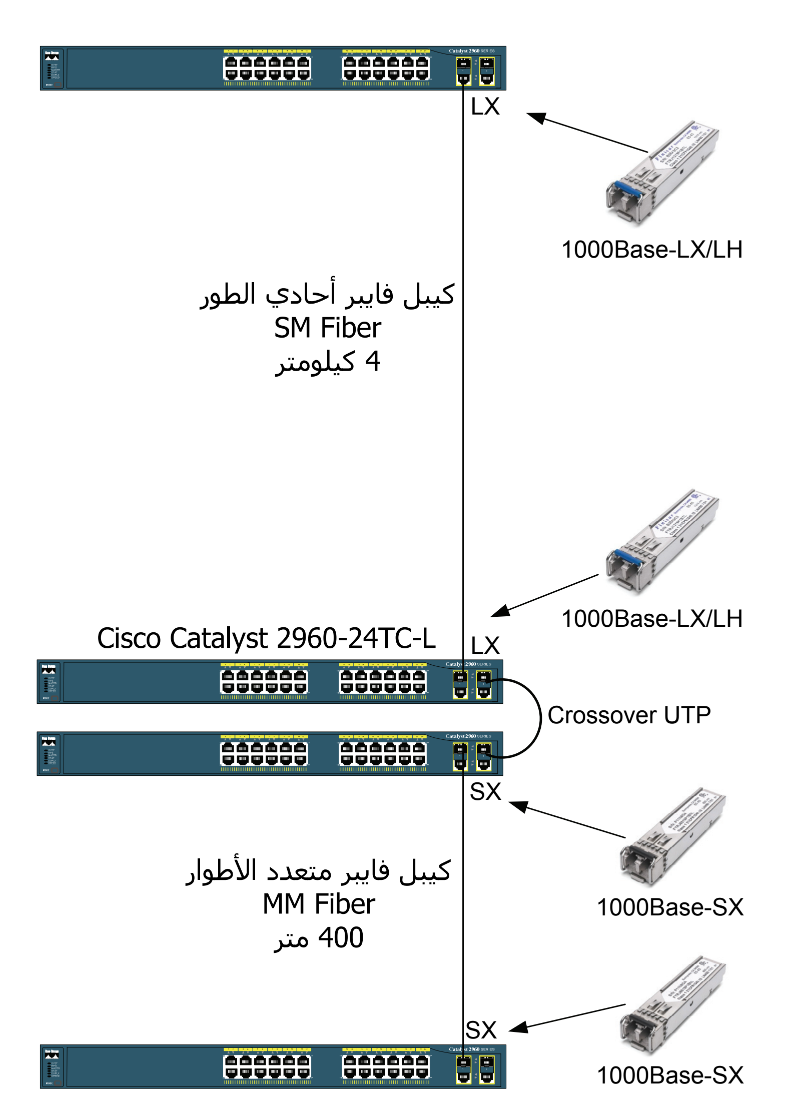
تختلف غرف التفتيش في أنواعها و أحجامها و لكل موقع تصاميمه الخاصة. الهدف مما تكلمنا عنه هو فقط إعطاء فكرة عامة، و هذا الموضوع من إختصاص الهندسة المدنية و ليس من إختصاص هندسة الإتصالات أو الشبكات.

ملاحظة أخيرة هي ضرورة ترقيم الكوابل في المسارات، و الإبقاء على طول إضافي داخل كل غرفة تفتيش، كما هو موضح في الشكل.

2-1-4: شبكات الإيثرنت في المباني المتجاورة Ethernet Campus Networks

تستخدم شبكات الإيثرنت بشكل أساسي لبناء شبكات المباني المتجاورة، و ذلك على مستويات تبادل المعلومات المختلفة (الطرفي و التوزيعي و الرئيسي)، و لكل مؤسسة خصوصياتها في التصميم و التشغيل.

....
نسخة تجريبية
....



الشكل رقم (4-5): مثال رقم (3).

الشكل رقم (4-7): مثال رقم (5).

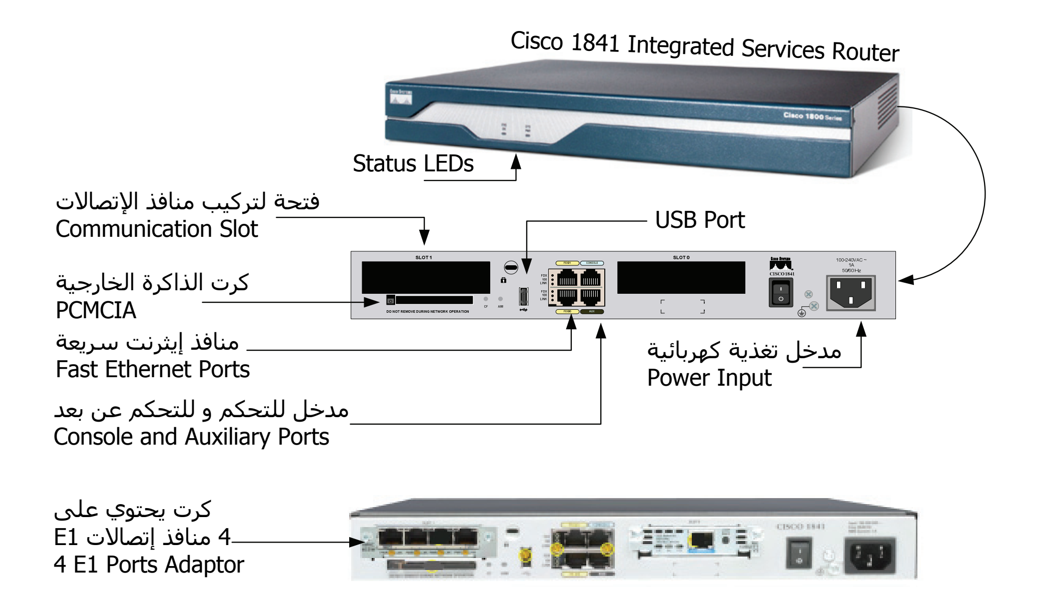
....
نسخة تجريبية
....

1-2-5: جهاز الراوتر (Router):

إن شأن جهاز الراوتر كشأن باقي أجهزة الشبكات من حيث التكوين، فبما أنه يتعامل مع بيانات رقمية فلا يخلو الأمر من وجود معالج للبيانات و ذاكرة عشوائية (RAM) و ذاكرة دائمة بأنواع مختلفة، و دوائر تحكم (Controllers) و اللوحة الأم (Motherboard) و منافذ الإتصال (Communication Ports). الشكل التالي رقم (5-4) يبين لنا مثالا على جهاز الراوتر.

يبين لنا الشكل مكونات جهاز الراوتر الخارجية، لاحظ أن أجهزة الراوتر تختلف عن أجهزة تبادل المعلومات من حيث نوع منافذ الإتصالات و طريقة العمل. فجهاز الراوتر يمرر المعلومات بين منافذ الإيثرنت و التي تعمل بسرعات (10/100/1000 Mbps) و منافذ الإتصالات للشبكة الواسعة التي تكون سرعتها أقل من ذلك. فلو أخذنا مثالا على منافذ الإتصالات للشبكات الواسعة منفذ إتصالات الـ (E1)، لوجدنا أنه يمرر المعلومات بسرعة (2.048 Mbps)، أي أقل من 10 ميغابت في الثانية، و مع ذلك فإن منفذ الـ (E1) يعتبر سريع في عالم الشبكات الواسعة.

و من المكونات التقليدية أيضا لأجهزة الشبكات منفذ التحكم (Console) و التي تستخدم للتحكم مباشرة بالجهاز، و منفذ الـ (Auxiliary) و التي تستخدم للتحكم عن بعد عن طريق مودم من خلال خط الهاتف.



الشكل رقم (5-4): مثال على جهاز الراوتر.

لاحظ أن فتحات تركيب كرتات الإتصالات تستقبل أنواع مختلفة من منافذ الإتصالات و ذلك حسب الحاجة و نوع الخط المحجوز. سنتعرف بعد قليل على أنواع تلك المنافذ.

....

نسخة تجريبية

....

.

.

الجدول رقم (5-1): أشكال مقابس توصيل منافذ الإتصالات.

المواصفات	شكل المقابس
يسمى هذا المقبس بـ (DB-60)، و يستخدم من جهة الراوتر من نوع سيسكو لربط المنفذ التسلسي من جهة الراوتر. هذا النوع خاص بشركة سيسكو، و يكون طرف في أي كيبل خاص بمنافذ الإتصالات التسلسلية. MC تعني (Male Connector).	**DB-60 MC**
يسمى هذا المقبس بـ (Smart Serial)، و يستخدم من جهة الراوتر من نوع سيسكو لربط المنفذ التسلسي من جهة الراوتر. هذا النوع خاص بشركة سيسكو، و يكون طرف في أي كيبل خاص بمنافذ الإتصالات التسلسلية صغيرة الحجم.	**Smart Serial Connector**
يسمى هذا المقبس بـ (V.35 MC) و هو اختصار لـ (V.35 Male Connector)، و يستخدم لربط جهاز الـ (CSU/DSU) الذي يحتوي على منفذ (V.35 FC) و هي إختصار لـ (V.35 Female Connector). هذا النوع يخضع لمواصفات (ITU V.35). إذا كانت نقاط التوصيل خارجية (Male) فإن المقبس يمثل جهة الـ (DTE)، و بهذه الحالة يجب أن يحتوي جهاز الـ (CSU/DSU) على منفذ (V.35 FC) و تمثل جهة الـ (DCE).	**V.35 MC DTE**
يسمى هذا المقبس بـ (V.35 FC) و هو اختصار لـ (V.35 Female Connector)، و يستخدم في جهاز الـ (CSU/DSU).	**V.35 FC DCE**
يسمى هذا المقبس بـ (X.21 MC) و يستخدم لربط المنافذ من نفس النوع. يسمى أحيانا بـ (DB-	**X.21 MC**

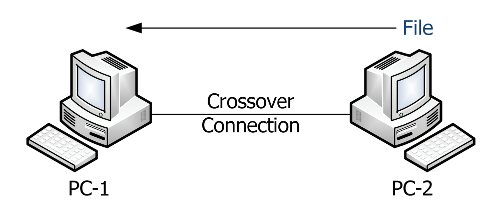
	15) إشارة الى وجود 15 نقطة توصيل. يوجد من هذا النوع أيضا (X.21 FC).
EIA/EIA 232 MC	يسمى هذا المقبس بـ (TIA/EIA 232 MC) و يستخدم لربط المنافذ من نفس النوع. يسمى أحيانا بـ (DB-25) إشارة الى وجود 25 نقطة توصيل. يوجد من هذا النوع أيضا (TIA/EIA 232 FC).
EIA/EIA 449 MC	يسمى هذا المقبس بـ (TIA/EIA 449 MC) و يستخدم لربط المنافذ من نفس النوع. يسمى أحيانا بـ (DB-37) إشارة الى وجود 37 نقطة توصيل. يوجد من هذا النوع أيضا (TIA/EIA 449 FC).
	يستخدم هذا النوع من الكوابل لربط منافذ الـ (E1) بأجهزة شبكات الإتصالات الحاملة للمعلومات و التي تسمى (Carrier Network) مباشرة بدون الحاجة لجهاز الـ (CSU/DSU).

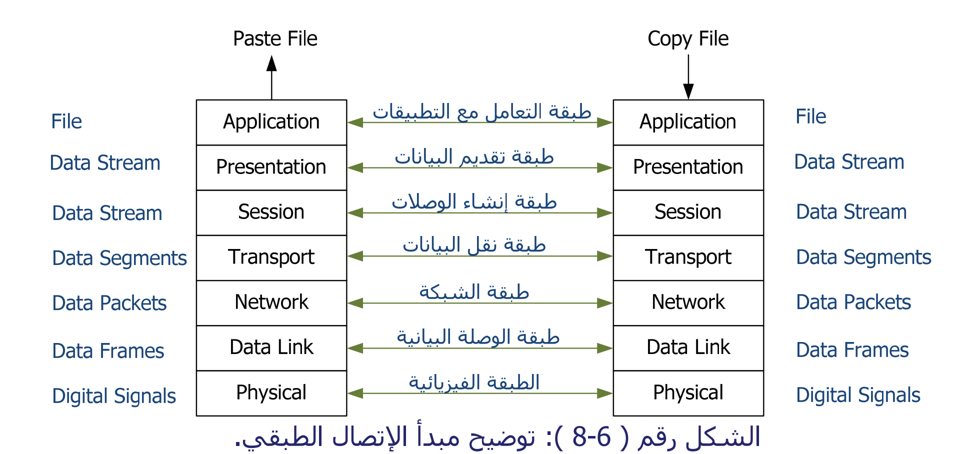
....

نسخة تجريبية

....

الشكل رقم (8-6) التالي يبين لنا ملخصا لما حدث أثناء إرسال الملف من الكمبيوتر الثاني الى الكمبيوتر الأول.





الشكل رقم (8-6): توضيح مبدأ الإتصال الطبقي.

كتلخيص لما سبق، لاحظ أن برنامج النسخ قدم الملف لطبقة التطبيقات، التي تقوم ببعض الإجراءات من خلال بروتوكولات متوافقة مع برنامج النسخ، و من ثم تسلم

المعلومات الى طبقة التقديم. تقوم طبقة التقديم بإعداد الملف و ترميزه بصيغة مقروءة بالنسبة للطرف الاخر، و تنتج لنا تيارا من الأصفار و الواحدات (0s and 1s)، و من ثم تسلم تيار البيانات (Data Stream) للطبقة الخامسة التي تعمل على فتح وصلة خاصة بتطبيق النسخ مع الطرف الاخر.

بعد إنشاء الوصلة، تقوم الطبقة الخامسة بتسليم تيار البيانات الى طبقة نقل البيانات، التي تقوم بدورها بتقطيع تيار البيانات الى قطع (Data Segments)، حيث أن كل قطعة تحتوي على عدد معين و محدود من البايتات (Bytes)، و تضيف الى كل قطعة معلومات تساعد في توصيل الملف للطرف الاخر.

بعد أن تصبح الـ (Data Segments) جاهزة يتم تسليمها الى طبقة الشبكة لتضيف لها عنوان الـ (IP) لكل من المرسل و المستقبل. فتنتج لنا ما يعرف بالباكتات (Data Packets). و تقوم بعد ذلك بتسليم الباكتات الى طبقة الوصلة البيانية.

تقوم الطبقة الثانية بإضافة العنوان الفيزيائي لكل من المرسل و المستقبل الى كل باكت، فتنتج لنا أجزاء تسمى فريمات (Data Frames). و من ثم تسلمها الى الطبقة الفيزيائية. تقوم الطبقة الفيزيائية بتحويل الفريمات الى إشارات رقمية يتم إرسالها الى الكمبيوتر الثاني من خلال كرت الشبكة و كيبل التوصيل.

في الجهة المقابلة يحث العكس تماما، حيث يستلم كرت الشبكة الإشارات الرقمية و يعمل على تحويلها الى فريمات. فيقرأ الكمبيوتر المستقبل العنوان الفيزيائي المرفق مع الفريم، إذا كان هذا العنوان يساوي العنوان الفيزيائي الخاص به، أو إذا كان يساوي العنوان الخاص بجميع الأجهزة (Broadcast)، فإنه يعمل على إزالة جميع المعلومات التي أضافتها الطبقة الثانية المرسلة للحصول على الباكت و يسلمه الى الطبقة الثالثة.

تقوم الطبقة الثالثة في الكمبيوتر المستقبل بقراءة عنوان الـ (IP) المرفق مع الباكت، إذا كان يساوي عنوان الكمبيوتر المستقبل أو إذا كان يساوي عنوان جميع الأجهزة الذي اخره 255، فإن الطبقة الثالثة تعمل على إزالة جميع المعلومات التي أضافتها الطبقة الثالثة المرسلة لنحصل بعدها على قطع المعلومات الأصلية (Data Segments). و تسلم هذه القطع الى الطبقة الرابعة.

تعمل الطبقة الرابعة على تحليل المعلومات المرفقة مع قطع المعلومات التي أضافتها الطبقة الرابعة المقابلة، و من خلالها تعرف كيف تعيد تجميع القطع الى تيار مرة أخرة (Data Stream) و تسلمه الى الطبقة الخامسة.

تستلم الطبقة الخامسة تيار البيانات الأصلي من الطبقة الرابعة، و تعمل على تنفيذ أي أوامر أو إجراءات خاصة بها، و من ثم تسلم البيانات الى الطبقة السادسة.

تعمل الطبقة السادسة على إعادة ترميز البيانات بالصيغة التي يفهمها الكمبيوتر المستقبل و تسلمها الى طبقة التطبيقات، و التي بدورها تسلم الملف الى برنامج النسخ.

ما رأيك عزيزي القارئ بالرحلة التي أجريناها مع الملف، أليست ممتعة ؟ أرجو أن تكون كذلك. مع العلم أن هذا ليس كل شئ، فمازال أمامنا الكثير لنتعلمه عن مبدأ الإتصال الطبقي في شبكات الكمبيوتر. لكن ما أود أن أختتم به هذا الموضوع هو معلومة بسيطة وهي أن الطبقات السبع التي شرحنا عنها تشكل مرجعا لدراسة شبكات الكمبيوتر، و يسمى بالنموذج المرجعي لتواصل الأنظمة المفتوحة (Open System Interconnect Reference Model) الذي و ضعته منظمة المقاييس العالمية، و يختصر بـ (OSI Reference Model).

سمي بالنموذج المرجعي لأنه يعتبر المرجع الأول في شرح تكنولوجيا شبكات الكمبيوتر، و الأنظمة المفتوحة تعني أن هذا النظام مفتوح للجميع و ليس حكرا على جهة معينة، فهو متاح للدراسة و التطوير و الإستخدام لأي جهة مصنعة أو مطورة لأنظمة الإتصالات و شبكات الكمبيوتر.

في الجزء القادم، سنخصص مساحة كبيرة للدخول بتفاصيل هذا النموذج، و الذي هو أساس فهم شبكات الكمبيوتر.

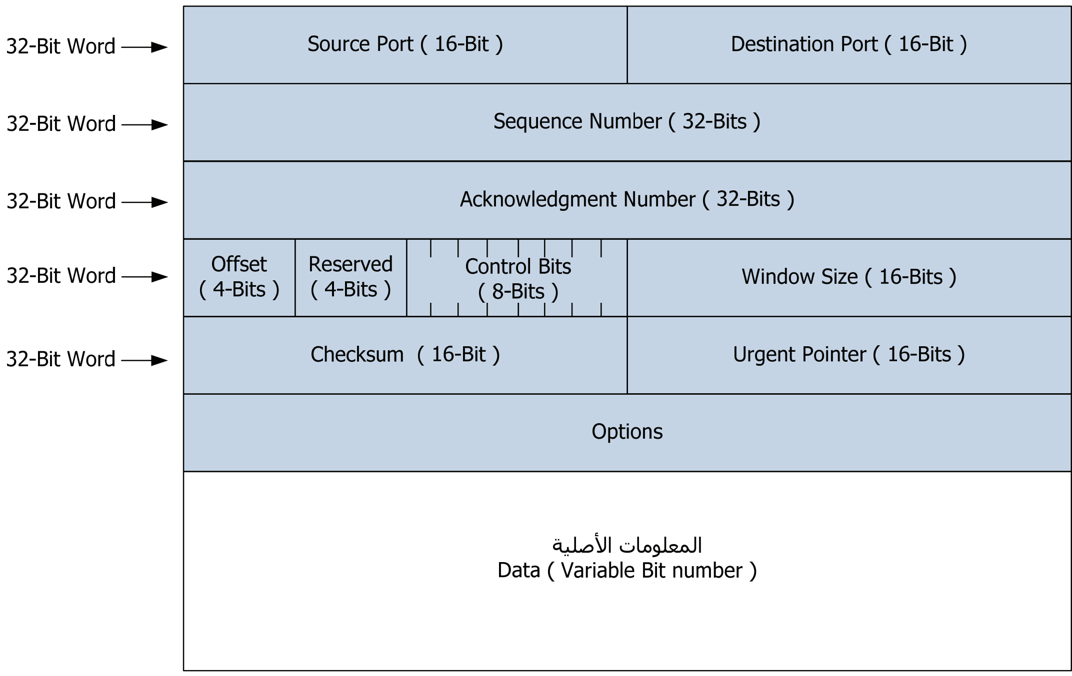
....

نسخة تجريبية

....

بروتوكول الـ (TCP):

يعمل بروتوكول الـ (TCP) على تغليف (Encapsulation) قطع المعلومات ببعض المعلومات الإضافية التي تساعد في توصيل تلك القطع الى الإتجاه المطلوب و إعادة تكوين تيار البيانات الأصلي بالشكل الصحيح. تسمى المعلومات المضافة على كل قطعة بالمعلومات الرأسية (TCP Header). و لمعرفة ماهية تلك المعلومات المضافة، أنظر الى الشكل التالي رقم (4-7).



الشكل رقم (4-7): المعلومات المضافة بواسطة بروتوكول الـ (TCP).

الشكل رقم (4-7) يبين لنا قطعة معلومات من إنتاج بروتوكول الـ (TCP)، و تسمى تلك القطعة بـ (TCP Segment). يقوم بروتوكول الـ (TCP) بإضافة معلومات إضافية تحتل مساحة 20 بايت في الوضع العادي، وقد تزيد عن ذلك بحيث لا تتعدى مساحة 60 بايت، و هي كما يلي:

- منفذ المصدر (Source Port): مشابه للمجال الذي في الـ (UDP).

- منفذ الإتجاه (Destination Port): مشابه للمجال الذي في الـ (UDP).

- رقم التسلسل (Sequence Number): و هو عبارة عن رقم يحتل مساحة 2 بايت و يبين الرقم التسلسلي لكل قطعة معلومات، و ذلك لمساعدة الكمبيوتر المستقبل على إعادة ترتيب قطع المعلومات و بناء تيار البيانات الأصلي.

- رقم تأكيد الوصول (Acknowledgement Number): و هو عبارة عن رقم يحتل مساحة 2 بايت، و يؤكد للكمبيوتر وصول القطع السابقة و يطلب إرسال القطع التالية. مثلا، إذا استقبل الكمبيوتر القطع رقم 1 و 2 و 3، فإن رقم تأكيد الوصول يكون 4، و ذلك للتأكيد على أن القطع 1 و 2 و 3 قد تم إستلامها. و في حال عدم استلام قطعة بسبب ضياعها، فإن الرقم يبين القطعة الضائعة و ذلك لإعادة إرسالها.

- إزاحة المعلومات (Data Offset): و هو عبارة عن رقم يحتل مساحة 4 بتات، أي ما يعادل نصف بايت، و يبين بداية مجال المعلومات.

- محجوز (Reserved):و هي عبارة عن 4 بتات غير مستخدمة، جميعها تساوي أصفار.

- بتات التحكم (Control Bits): و هي عبارة عن 8 بتات، كل بت تحمل أمر معين من الكمبيوتر المرسل الى المستقبل، و ذلك للتحكم بعملية إنشاء الوصلة الإفتراضية و إنهائها.

- حجم الإرسال بدون تأكيد (Window Size): و هي عبارة عن قيمة يتم الإتفاق عليها بين الكمبيوتر المرسل و الكمبيوتر المستقبل، و هي تبين عدد القطع التي يمكن إرسالها بدون إنتظار رسالة التأكيد بالوصول. مثلا، إذا كانت الـ (Window Size) التي تم الإتفاق عليها هي 40، فهذا يعني أن الكمبيوتر المرسل يمكن له أن يرسل 40 قطعة معلومات بشكل متواصل بدون الإنتظار لرسالة التأكيد. لكن لو كانت قيمة الـ (Window Size) تساوي 1، فإن الكمبيوتر المرسل يرسل قطعة بيانات و يتوقف الى حين وصول رسالة التأكيد من الكمبيوتر المستقبل، و ذلك يسبب ضياع لمساحة الإرسال بسبب الإنتظار لرسائل التأكيد. لذلك، فإن زيادة قيمة الـ (Window Size) يزيد من الإستغلال الجيد لمساحة الإرسال.

- مجال فحص البيانات (Checksum): مشابه للمجال الذي في الـ (UDP).

- مؤشر الحالات الهامة (Urgent Pointer): يستخدم في حالة وجود بايتات مستعجلة ضمن مساحة البيانات.

- خيارات (Options): لإضافة خيارات أخرى الى الـ (TCP Header).

- مجال البيانات (Data): و هو المكان الذي يحتوي على المعلومات الأصلية من تيار البيانات الإصلي، و هو متغير في الحجم، و في الحياة العملية يتم اختيار المساحة التي تتوافق مع سرعة نقل البيانات في منافذ الإتصالات بشكل تلقائي و ذلك حتى لا يحصل تجزئة (Fragmentation) لأجزاء البيانات.

مقارنة بين بروتوكول الـ (TCP) و بروتوكول الـ (UDP):

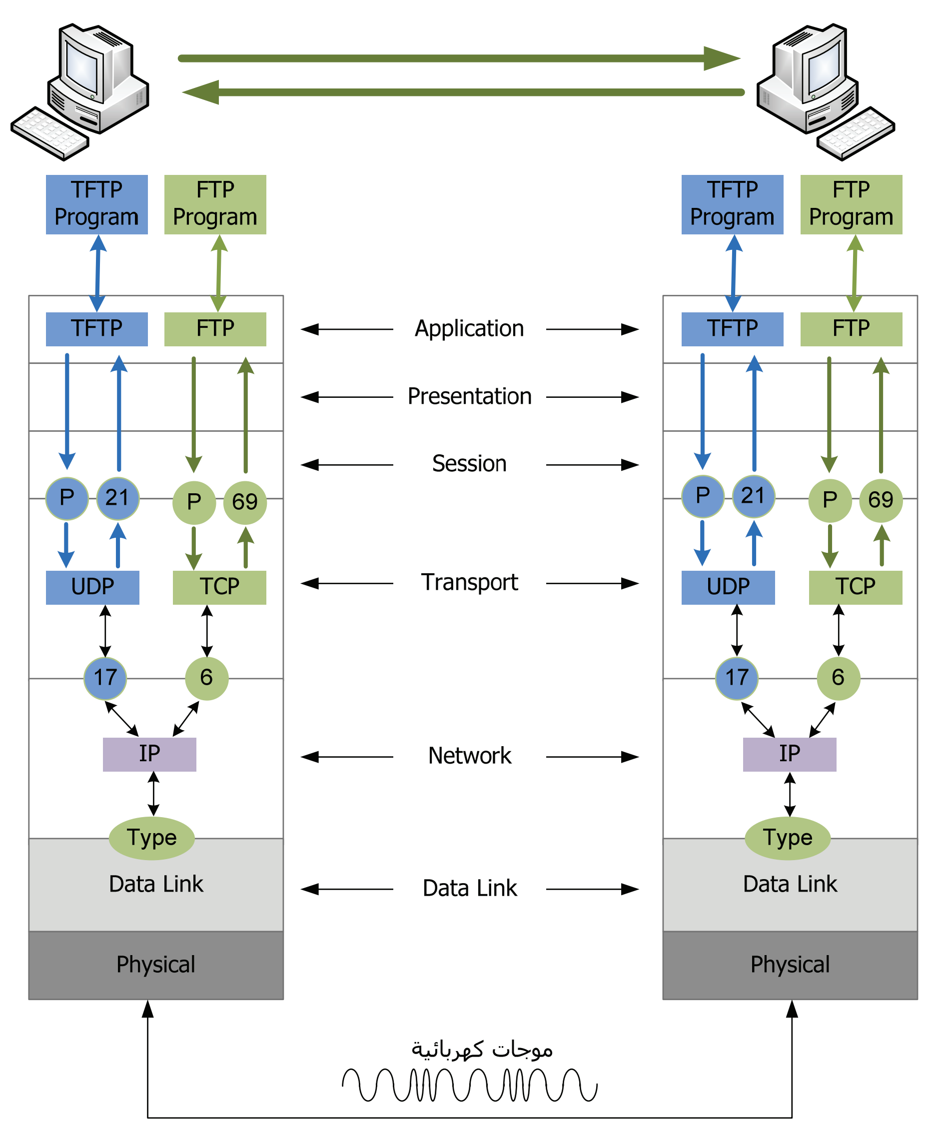
نلاحظ من خلال المعلومات التي يضيفها كل من بروتوكولي الـ (TCP) و الـ (UDP) أن ثمة فروق في أداء كل منهما. و من الواضح أيضا أن بروتوكول الـ (UDP) أبسط بكثير من بروتوكول الـ (TCP).

....

نسخة تجريبية

....

الشكل التالي رقم (7-10) يلخص لنا ما يحدث أثناء الإرسال و الإستقبال بالإعتماد على المبدأ الطبقي للإرسال (Layered Approach of Communication). الصورة التالية على درجة من الأهمية و يعتبر فهمها أساس الشبكات و الأنظمة المعلوماتية:



الشكل رقم (7-10): نموذج الـ (TCP/IP).

فيمايلي بعض النقاط الهامة التي تعتبر أساسية في علم الشبكات على أساس المبدأ الطبقي لتحقيق الإتصال، بالنظر الى الشكل السابق نلاحظ مايلي:

- إن التطبيقات التي تعمل باستخدام شبكات الكمبيوتر لا بد لها من الإتصال مع بروتوكولات من طبقة التطبيقات. في الشكل نلاحظ أن برنامج الـ (FTP) يتصل مع بروتوكول الـ (FTP)، و كذلك برنامج الـ (TFTP) يتصل مع بروتوكول الـ (TFTP).

- الطبقة السادسة مسؤولة عن تقديم المعلومات بالصيغة المناسبة.

- الطبقة الخامسة مسؤولة عن إنشاء وصلة خاصة لكل عملية من عمليات التطبيق، و ذلك بالإعتماد بشكل أساس على بروتوكولات الـ (NetBIOS) و بروتوكولات أخرى تسكن هذه الطبقة.

- لاحظ أن الطبقة الرابعة بقسميها الـ (UDP) و الـ (TCP) تعرف مسار المعلومات من و إلى الطبقات العلوية برقم منفذ المصدر و الذي يبين لنا رقم العملية (Process Number) و الذي رمزنا له بالحرف P. و كذلك رقم منفذ الإتجاه.

- لو تتبعنا مسار أي سهم يمثل حركة البيانات، لوجدنا أنه ينطلق من البروتوكول الى الطبقة الرابعة التي تعرفه برقم العملية، ثم يتوجه الى الطبقة الثالثة (بروتوكول الـ IP) التي تعرفه برقم بروتوكول المصدر (سواء UDP أو TCP).

- الطبقة الثانية تعرف مسار البيانات بمعلوماتها الخاصة، إذا كانت الشبكة إيثرنت، فإن الطبقة الثانية تعرف الطبقة الثالثة من خلال مجال إضافي أسمه (Ether Type)، و الذي يبين رقم البروتوكول في الطبقة الثالثة الذي جاءت منه المعلومات و سوف يستلمها في الجهة المقابلة. الرقم (0x0800) هو رقم بروتوكول الـ (IP).

- في الجهة المقابلة عندما يستلم الكمبيوتر الموجات الكهربائية فإنه يحولها الى أطر معلومات مرة أخرى. من خلال رقم بروتوكول الطبقة الثالثة (Ether Type) تقوم الطبقة الثانية بالتعرف على البروتوكول الذي سوف يستلم المعلومات، و تسلمها الى الطبقة الثالثة على هذا الأساس.

- يقوم بروتوكول الـ (IP) بتسليم المعلومات المرسلة الى الطبقة الرابعة بناء على رقم بروتوكول الطبقة الرابعة، إذا كان الرقم 6 يسلمها الى الـ (TCP)، و إذا كان 17 يسلمها الى الـ (UDP).

- تقوم الطبقة الرابعة ببناء تيار البيانات الأصلي و تسليمه الى التطبيق المناسب حسب منفذ الإتجاه، إذا كان الرقم 21 فإنها تسلمه الى الـ (TFTP)، و إذا كان الرقم 69 فإنها تسلمه الى الـ (FTP).

- ما ينطبق على بروتوكولي الـ (FTP) و الـ (TFTP) ينطبق على جميع البروتوكولات الأخرى.

....

نسخة تجريبية

....

3-8: عنوان بروتوكول الإنترنت IP Addressing:

يتكون عنوان الـ (IP) من أربعة أرقام صحيحة، كل رقم يتراوح من 0 الى 255، و يفصل بين كل رقمين نقطة تسمى (Dot)، على الشكل (x.x.x.x)، حيث أن الرمز x يكون أحد الأرقام من 0 الى 255. تلك الأرقام ليست عشوائية و لا إختيارية و إنما تخضع لقواعد تحدد لنا استخدامها، و تعمل على إداراتها سلطة توزيع الأرقام على الإنترنت (Internet Assigned Number Authority) التي تعرف بـ (IANA)، و ذلك من خلال وكالات عديدة لها حول العالم.

إن مجال عناوين الإنترنت الكامل هو من 0.0.0.0 الى 255.255.255.255، و هو مقسم إلى خمس فئات:

- فئة A (Class A).
- فئة B (Class B).
- فئة C (Class C).
- فئة D (Class D).
- فئة E (Class E).

عناوين الإنترنت من فئة A   Class A IP Address

عناوين الإنترنت التي تصنف ضمن فئة A هي التي تقع ضمن العناوين من (1.0.0.0) الى (127.255.255.255). حيث أن الرقم الأول من العنوان من جهة اليسار يمثل رقم الشبكة (Network ID)، و الثلاثة أرقام الباقية من جهة اليمين تمثل رقم الكمبيوتر (Host ID).

ما يساعد أجهزة الكمبيوتر و الإتصالات على تحديد رقم الشبكة (Network ID) هو رقم قناع الشبكة (Subnet Mask)، و هو عبارة عن رقم مكون من أربعة أرقام تفصل بينها نقطة تسمى (Dot). و قناع الشبكة الأصلي لفئة A هو 255.0.0.0. و لتوضيح مفهوم استخدام قناع الشبكة نأخذ مثلا العنوان 10.5.5.5، و الذي قناعه الأصلي هو 255.0.0.0. يمكن كتابة الرقم 255.0.0.0 على الشكل (8/) بعد العنوان، أي يمكن كتابة العنوان مع رقم قناع الشبكة على الشكل (10.5.5.5/8)، و ذلك يعني أن رقم قناع الشبكة مكون 32 بت، 8 منها فقط تساوي 1، و الباقي أصفار.

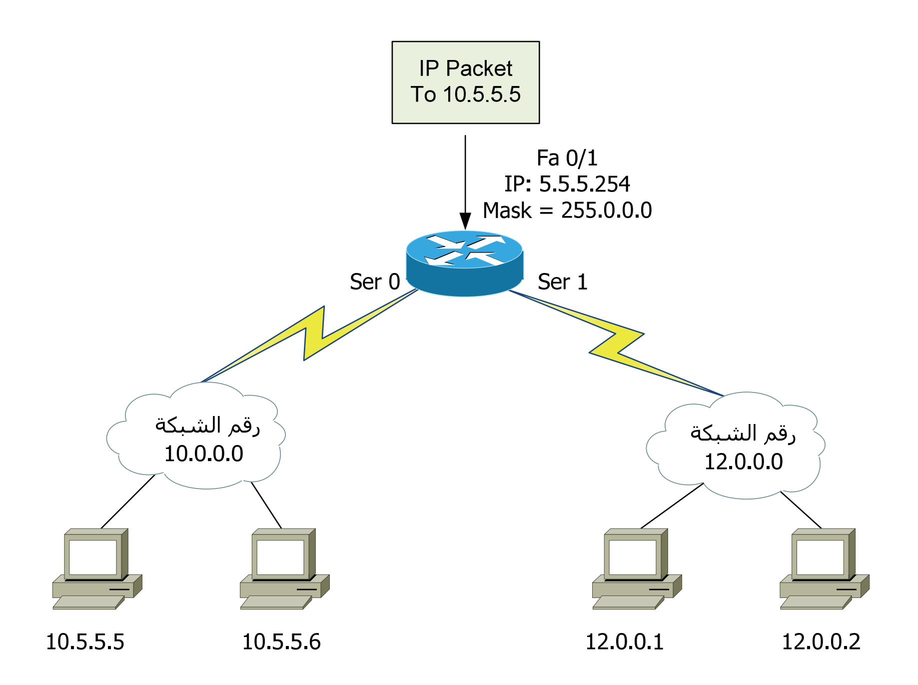
نحن نعلم أن أجهزة الكمبيوتر و الإتصالات تتعامل مع الأرقام و العناوين بالنظام الثنائي (Binary). لذلك دعونا نقوم بتحويل كل من العنوان و القناع الى النظام الثنائي و نلاحظ تأثير رقم قناع الشبكة.

لكي نحول الأرقام العشرية الى ثنائية علينا أن نتذكر الشكل رقم (8-15)، حيث أننا نختار البتات المقابلة للأرقام التي نريدها و نجعلها تساوي 1 لكي يصبح ناتج الجمع للأرقام المقابلة للواحدات يساوي الرقم المطلوب. كما يلي:

10.2.255.10 = **00001010**.00000101.00000101.00000101
255.0.0.0 = **11111111**.00000000.00000000.00000000

10.0.0.0 = **00001010**.00000000.00000000.00000000

لاحظ أن ما نعنيه بـ (8/) هو أن أول 8 بتات بقناع الشبكة من جهة اليسار تساوي 1 و الباقي أصفار.
عندما يستلم جهاز الراوتر باكت (IP Packet) من أحد منافذ الإتصالات، فإنه يأخذ عنوان الإتجاه الموجود داخل الباكت، و يقوم بعملية حسابية و هي ضرب أرقام العنوان مع رقم قناع الشبكة (Subnet Mask) و الذي نقوم نحن ببرمجته على المنفذ أثناء عمل الإعدادات. الرقم الناتج من عملية الضرب يمثل رقم الشبكة التي يجب على الراوتر أن يوجه الباكت لها. في المثال السابق وجدنا أن رقم الشبكة هو 10.0.0.0، فيقوم جهاز الراوتر بالبحث عن رقم الشبكة داخل الجدول الخاص بالتوجيه (Routing Table)، و عندما يجد أن رقم الشبكة هو 10.0.0.0، فإنه يبحث عن المنفذ الذي يمكن أن يوصل الى تلك الشبكة. لاحظ الشكل التالي رقم (8-16):

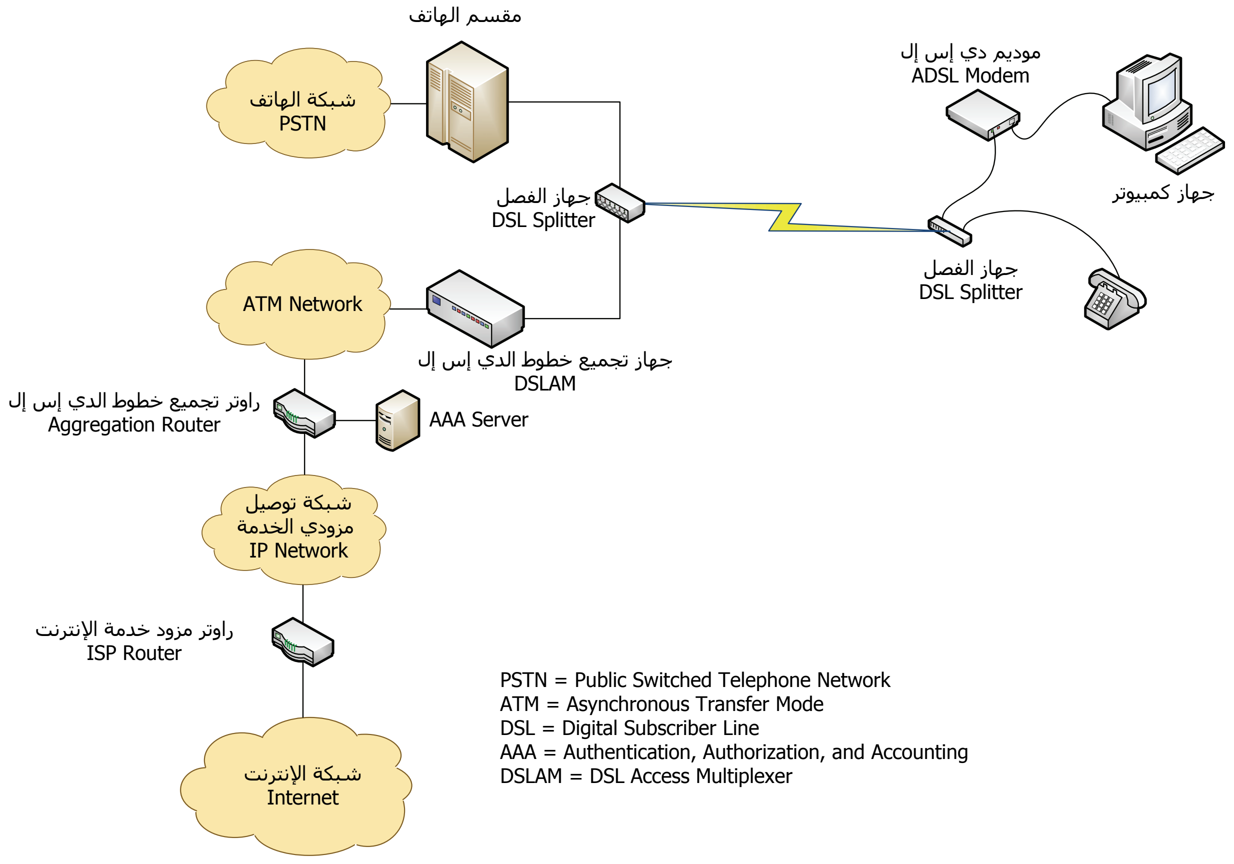


الشكل رقم (8-16): مثال على استخدام قناع الشبكة.

....

نسخة تجريبية

....



الشكل رقم (9-6): كيفية توصيل اشتراكات الدي إس إل.

جهاز الـ (DSLAM) عبارة عن جهاز تبادل معلومات يعمل بتكنولوجيا النقل الغير متزامن (Asynchronous Transfer Mode)، و تختصر بـ (ATM). و هي تكنولوجيا مستقلة تسكن الطبقة الثانية من النموذج المرجعي، و لها منافذ توصيل و طرق خاصة بها لنقل البيانات.

يتصل جهاز الـ (DSLAM) بشبكة تعمل بتكنولوجيا النقل الغير متزامن و التي تنتهي الى راوتر تجميع خطوط مشتركين الدي إس إل و الذي يعرف بـ (Aggregation Router). و من ثم يتم ربط المستخدمين مع مزود خدمة الإنترنت كل حسب اشتراكه.

توضيح: تعتبر تكنولوجيا الـ (ATM) من أنواع الشبكات التي تسكن الطبقة الثانية في النموذج المرجعي (OSI Model). تستخدم هذه التكنولوجيا لنقل البيانات بسرعات عالية و لكن في الغالب عند مزودين الخدمة و ليس في الشبكات الخاصة أو المحلية. حيث أن لها منافذ خاصة و بروتوكولات و طرق لنقل البيانات خاصة بها، حيث أنها تنقل البيانات بوحدات ثابتة الحجم تسمى خلايا (Cells)، لذلك فإنه يطلق عليها أحيانا اسم (Cell Switching).

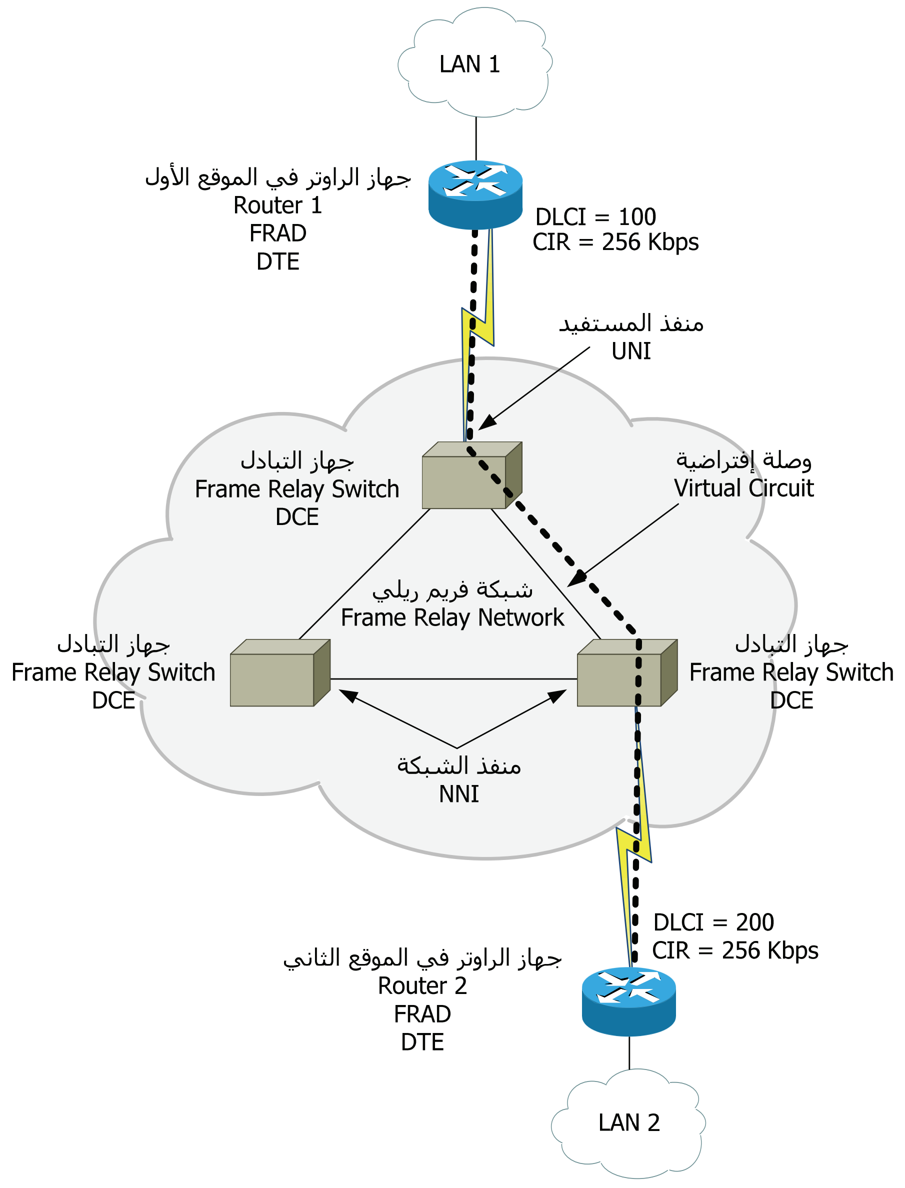
جهاز الـ (DSLAM) عبارة عن جهاز تبادل للمعلومات يعمل بتكنولوجيا الـ (ATM)، يحتوي على منافذ توصيل من نوع (ATM)، و على كرتات تجميع خطوط الدي إس إل. و يعمل بذلك على توصيل مستخدمين الإنترنت مع راوتر التجميع.

تسمى كرتات تجميع خطوط الدي إس إل بـ (ADSL Transmission Unit – Central) و تختصر بـ (ATU-C)، بينما يسمى موديم الدي إس إل من جهة المستخدم بـ (ADSL Transmission Unit – Remote) و يختصر بـ (ATU-R).

....

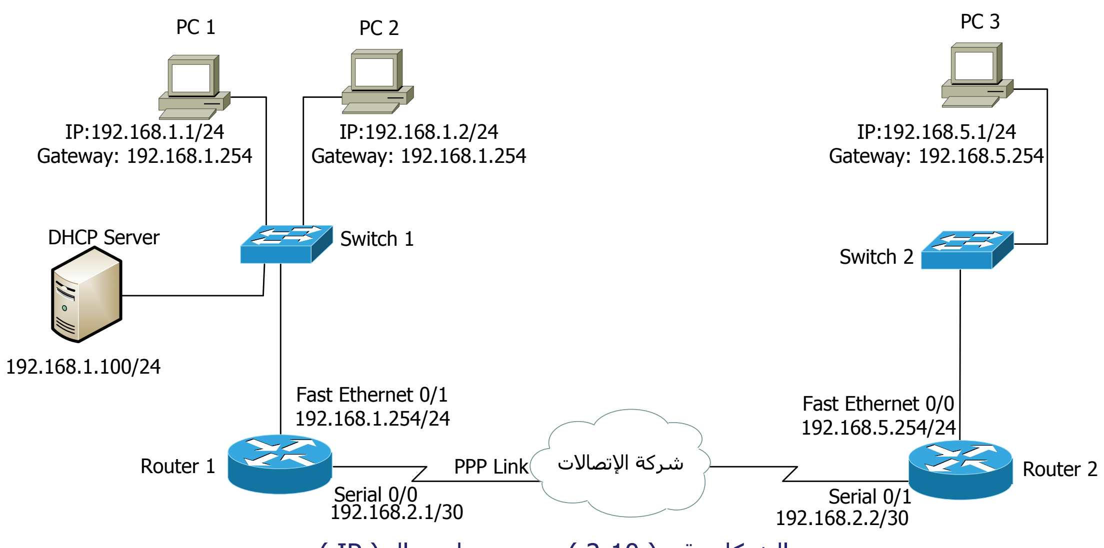
نسخة تجريبية

....



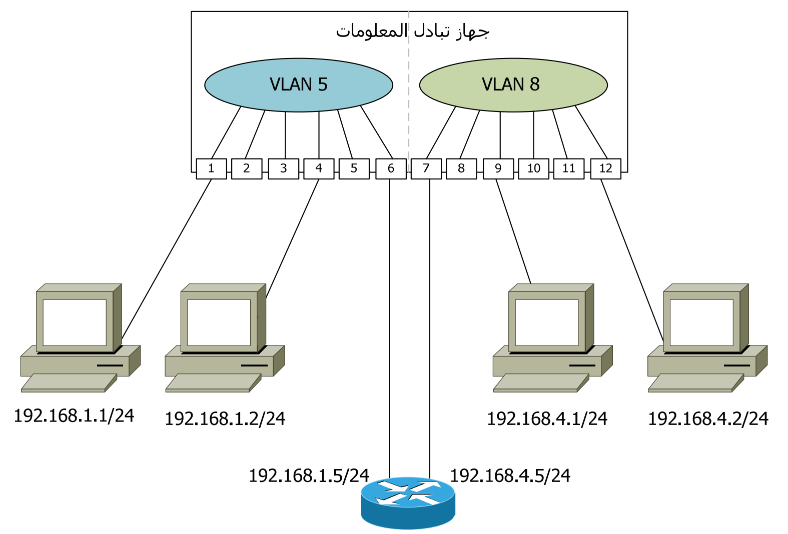
الشكل رقم (9-7): كيفية توصيل الفريم ريلي (Frame Relay Connection).

ملاحظة: لمزيد من المعلومات عن موضوع أجهزة الإتصالات البيانية و الطرفية يمكن الرجوع الى الفصل الخامس، هناك تجد الموضوع مشروحا بالتفصيل.



الشكل رقم (2-10): توزيع عناوين الـ (IP).

رقم قناع الشبكة (Subnet Mask) المستخدم هو (255.255.255.0) و الذي يمكن تمثيله بالرمز (24/) إشارة الى أن عدد الأرقام التي تساوي 1 في الصيغة الثنائية هو 24. نلاحظ أيضا أننا استخدمنا رقم قناع الشبكة (30/) الذي يساوي (255.255.255.252)، سنتعلم بعد قليل عن هذا الإختلاف.



الشكل رقم (10-7): التوصيل بين الشبكات المحلية الإفتراضية (VLANs).

نلاحظ من الشكل (10-7) أننا استخدمنا جهاز راوتر لكي نستطيع التوصيل بين شبكتين إفتراضيتين. لاحظ أن كل منفذ من منافذ جهاز الراوتر مبرمج على أن يكون جزء من رقم كل من الشبكتين. بهذه الحالة نكون قد حققنا الإتصال و منعنا تأثير الـ (Broadcasting).

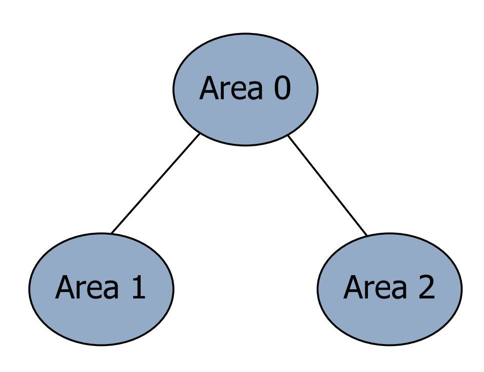
....

نسخة تجريبية

....

بروتوكول أول و أقصر مسار مفتوح (OSPF):

يعتبر بروتوكول الـ (OSPF) مثال تقليدي على بروتوكولات حالة الوصلة (Link State Routing Protocols). و يمتاز بقدرته على دعم الشبكات الكبيرة و قابليته للتوسع الى حد كبير جدا، و ذلك لأن تصميم هذا البروتوكول يعمل على تقسيم الشبكة الى مساحات (Areas) بحيث أن كل مساحة تبدو و كأنها شبكة مستقلة مع ضمان الإتصال السليم بين جميع المساحات. و بالإعتماد على تصميم و حالة الشبكة، فإن كل مساحة قد تكون مكونة من 50 إلى 100 جهاز راوتر. الشكل التالي رقم (10-12) يبين لنا هذا المبدأ.



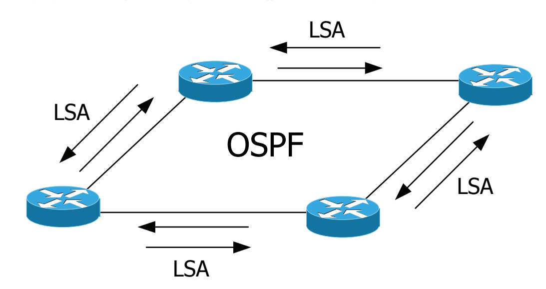
الشكل رقم (10-12): مبادئ عمل بروتوكول الـ (OSPF).

يجب أن يكون في الشبكة مساحة لها الرقم صفر (Area 0) و التي تسمى المساحة الرئيسية (Backbone Area) أو مساحة العبور (Transit Area). هناك نوع اخر من المساحات التي قد تأخذ أرقاما عادية مثل 2، 3، و غيرها تسمى المساحات النظامية (Regular Areas). يمكن أن تكون الشبكة مكونة من المساحة رقم صفر (Area 0) فقط، و ربما تكون مكونة من أكثر من مساحة، لكن الشبكة رقم صفر أساسية و لا بد من وجودها. في حالة الشبكات الكبيرة يجب تقسم الشبكة الى مساحات نظامية إضافة على المساحة الرئيسية.

أول عمل تقوم به أجهزة الراوتر في كل مساحة هو أنها تكتشف بعضها عن طريق تبادل الـ (Hello Packets)، و من ثم بناء علاقات تجاور (Adjacency Relationship). بعد بناء علاقة التجاور بين كل جهازي راوتر متجاورين، فإنهما يبدآن بتبادل معلومات التوجيه و معلومات عن حالة الشبكة بواسطة إرسال و استقبال إعلانات حالة الشبكة (Link State Advertisements) و تختصر بـ (LSAs). كل راوتر يعلن عن جميع الشبكات

المشاركة في علمية توجيه المعلومات و ذلك بإرسال رسائل تسمى إعلانات حالة الشبكة (Link State Advertisements)، من هذه الرسائل تقوم أجهزة الراوتر ببناء قاعدة بيانات موحدة عن جميع أرقام الشبكات الموجودة في مساحة معينة (Area). تسمى قاعدة البيانات بـ (Link State Database) و تختصر بـ (LSDB).

لاحظ في الشكل التالي رقم (10-13) أن كل راوتر يقوم بإرسال رسائل الـ (LSA)، و تقوم جميع أجهزة الراوتر ببناء قاعدة بيانات موحدة عن حالة الشبكة لكل مساحة (Area) و تكون متشابهة للمساحة الواحدة في جميع أجهزة الراوتر.



الشكل رقم (10-13): مبادئ عمل بروتوكول الـ (OSPF).

بعد إتمام عملية بناء قاعدة البيانات، تقوم أجهزة الراوتر بتشغيل ألغوريثم أول و أقصر مسار (Dijkstar’s Shortest Path First Algorithm) و الذي يختصر بـ (SPF Algorithm) على قاعدة البيانات، من هذه العملية تقوم أجهزة الراوتر بتشكيل ما يسمى بشجرة أقصر المسارات (SPF Tree)، و هي عبارة عن المعلومات الخاصة بأقصر مسار لكل شبكة إتجاه.

بعد إتمام عملية بناء شجرة المسارات (SPF Tree)، تعمل أجهزة الراوتر على تكوين جدول التوجيه (Routing Table) و الذي يحتوي على أقصر مسار لكل إتجاه، و تصل بذلك أجهزة الراوتر الى حالة الإستقرار (Convergence) و تكون قادرة على توجيه المعلومات بالإعتماد على جدول التوجيه.

إذا اكتشف أحد أجهزة الراوتر أي تغيير في الشبكة، فإنه يعلن عن ذلك بواسطة رسائل الـ (LSA) الى أجهزة الراوتر المجاورة، و التي بدورها تعمل على تمرير تلك الإعلانات الى جميع أجهزة الراوتر الأخرى داخل المساحة. أما في الأحوال الطبيعية، فإن بروتوكول الـ (OSPF) يعمل على تحديث بياناته كل 30 دقيقة.

يعتمد بروتوكول الـ (OSPF) في عمله على ثلاث جداول، كل راوتر في مساحة الـ (OSPF) يجب أن يحتوي عليها، و هي كما يلي:

- <u>جدول الجوار (Neighbor Table):</u> و يسمى أيضا (Adjacency Table)، و هو عبارة عن جدول يحتوي على عناوين جميع أجهزة الراوتر المجاورة و المتصلة مباشرة مع كل جهاز راوتر.

- <u>قاعدة بيانات الشبكة (Link Stat Data Base):</u> تختصر بـ (LSDB)، و تسمى أحيانا بـ (Topology Database)، و هي قاعدة بيانات جميع شبكات الإتجاه و جميع المسارات المتوفرة لكل إتجاه. جميع أجهزة الراوتر تحتوي على نسخة متطابقة من قاعدة البيانات و ذلك داخل المساحة الواحدة.

- <u>جدول التوجيه (Routing Table):</u> يسمى أحيانا بجدول التمرير (Forwarding Table) أو قاعدة بيانات التمرير (Forwarding Database)، و هو الجدول الذي يعتمد عليه الراوتر في توجيه الباكيتات الى إتجاهاتها الصحيحة.

يمتاز بروتوكول الـ (OSPF) بأنه بروتوكول منظم و طبقي أو هرمي في بنائه (Hierarchical)، فبإمكاننا أن نقسم الشبكة الى مساحات (Areas)، بحيث أن كل مساحة تهتم فقط بالمعلومات الداخلية بشكل مفصل، و بمعلومات مختصرة جدا عن المساحات الأخرى.

جميع المساحات مجتمعة تسمى مجال التوجيه (Routing Domain) أو (Autonomous System) و تختصر بـ (AS)، و من ثم يمكن ربط الشبكة بشبكات خارجية أو بمجالات توجيه خارجية.

يعتمد بروتوكول الـ (OSPF) على عرض نطاق الإتصالات (Bandwidth) في حساب تكلفة المسارات (Cost) و مساعدة الراوتر على إختيار أفضل مسار. كلما زاد عرض النطاق تقل التكلفة و يكون المسار مفضل أكثر بالنسبة الى الراوتر. و المعادلة المستخدمة لذلك هي :

$$Cost = \frac{10^8}{Bandwidth}$$

....

نسخة تجريبية

....

7-10: دراسة و حل مشاكل الشبكات (Troubleshooting):

الهدف من وجود شبكة الكمبيوتر هو تأمين قنوات الإتصالات بين أجهزة الكمبيوتر و التطبيقات المختلفة، بغض النظر عن نوع الأجهزة و عددها و توزيعها الجغرافي. ربما لأي سبب من الأسباب نفقد إمكانية الإتصال بين جهازي كمبيوتر، أو بين أجهزة الكمبيوتر و جهاز سيرفر، و من الممكن أن يكون هنالك إتصال بطئ أو متقطع أو غيرها من مظاهر أعطال الشبكة.

إن طبيعة المشكلة تحدد لنا الطريقة التي يجب علينا أن نبدأ التفكير بها للوصول الى حل. فمن الممكن أن تكون المشكلة في نظام تشغيل الكمبيوتر، أو محلية بين جهاز الكمبيوتر و جهاز تبادل المعلومات، و ربما تكون خطأ في إعدادات جهاز تبادل المعلومات أو في جهاز الراوتر، و ربما يكون إنقطاع ناتج عن خلل عند مزود الخدمة.

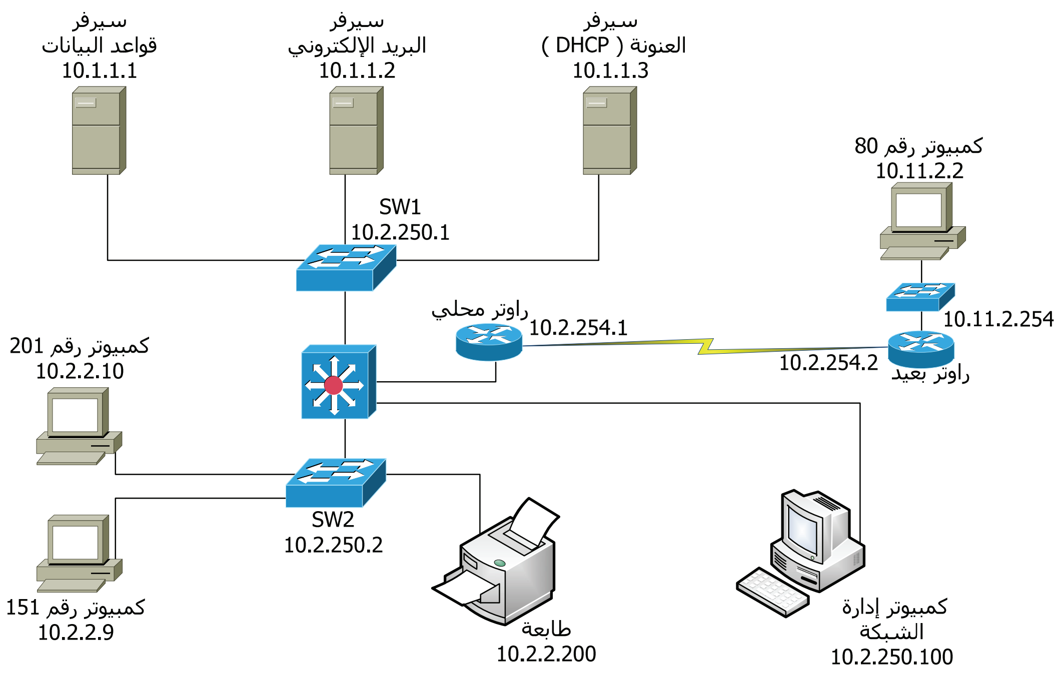
هناك العديد من الأدوات و البرامج التي تساعدنا على معرفة أسباب المشكلة و الوصول الى حل سريع، بعض هذه الأدوات مرفقة مع أنظمة تشغيل الكمبيوتر و أجهزة الإتصالات على شكل أوامر نعطيها للجهاز، و بعضها مقدم من طرف ثالث (Third Party) مثل البرامج التي تستخدم بروتوكول الـ (SNMP) لقراءة حالة الشبكة و إعطاء تقارير و إحصائيات عنها.

الشئ الأهم في الموضوع هو التسلسل المنطقي في الخطوات التي يجب اتباعها من أجل اكتشاف أسباب المشكلة و إزالتها. و دورنا هنا مشابه من حيث المبدأ لدور الطبيب الذي يعمل على تشخيص المرض اولا و من ثم يصف العلاج.

تشخيص مشاكل الشبكات يحتاج منا الى معرفة عميقة بتفاصيل مكوناتها و كيفية عملها، فبقدر ما نعرف و نحسن استخدام تلك المعرفة بقدر ما نسرع في حل المشاكل المتعلقة بشبكات الكمبيوتر. أستطيع أن أعرض لك عشرات المشاكل و مئات الاحتمالات

كأسباب لها، ليس هذا هو المهم في الموضوع، المهم هو الاستخدام الأمثل للمعرفة و إتقان استخدام الوسائل المتاحة لحل المشاكل.

يتوضح هذا المفهوم من خلال مثال، دعونا نأخذ المثال البسيط التالي:



الشكل رقم (10-21): مثال على حل مشاكل الشبكات.

الشكل يبين لنا مثالا على شبكة كمبيوتر، مكونة من عدد من السيرفرات وأجهزة تبادل المعلومات و أجهزة الراوتر و بعض أجهزة الكمبيوتر للمستخدمين. لاحظ أيضا وجود جهاز كمبيوتر مخصص لإدارة الشبكة حيث أنه يحتوي على برامج مساعدة في مراقبة الشبكة باستخدام بروتوكول الـ (SNMP).

....

نسخة تجريبية

....



التدريب العملي
Training Sessions

يهدف الجزء العملي الى التدريب على كيفية إجراء الإعدادات لأجهزة شبكات الكمبيوتر، بما فيها أجهزة تبادل المعلومات و أجهزة الراوتر على مختلف المستويات. كما أنه يهدف الى التعريف بالأوامر (Commands) التي تستخدم لقراءة بعض الخصائص و القياسات الخاصة بعمل و أداء مكونات الشبكات مثل تلك الخاصة بمنافذ الإتصالات، و تلك التي تستخدم لتحليل أسباب الإعطال و المشاكل التي يمكن أن تحدث في خطوط الإتصالات.

يحتوي هذا الجزء على عدد من التمارين، لها أهداف متعددة تتدرج من المستوى البسيط الى المستوى المطلوب لتشغيل شبكات الكمبيوتر الصغيرة و المتوسطة الحجم، و تشمل هذه التمرينات الكثير مما يخص تبادل المعلومات (Switching) و توجيه المعلومات (Routing)، بالإضافة الى بعض الأساسيات اللازمة في خطوات تحليل أسباب المشاكل و حلها (Troubleshooting).

سنتعلم من خلال التمرينات أيضا كيف نحمي أجهزة الإتصالات و نتحكم بأنواع البيانات التي يسمح لها بالمرور من خلال أجهزة الإتصالات عن طريق استخدام قوائم التحكم (Access Control Lists)، و التي تختصر بـ (ACLs).

ستجد مناقشة موسعة لكل تمرين مسجل في ملف فيديو خاص و موجود في القرص المدمج و المرفق مع الكتاب.

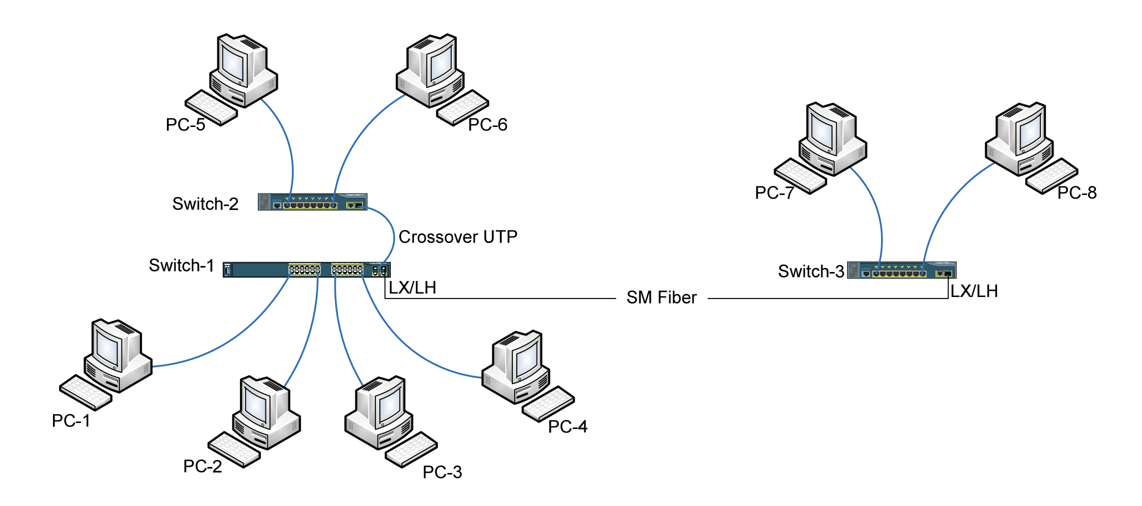
التمرين (1):

في هذا التمرين سنتعرف على المكونات الخارجية لجهاز تبادل المعلومات الذي يستخدم في الشبكات المحلية (LAN)، و نتعرف على خطوات تحميل نظام التشغيل (Operating system) ضمن ما يعرف بخطوات التحميل (Booting Procedure) و ذلك لتحقيق الأهداف التالية:

- التعرف على منافذ دخول الشبكة (Access Ports).
- التعرف على منافذ التوصيل (Uplink Ports).
- التعرف على منذف التحكم (Console Port)، و كيفية توصيله بجهاز الكمبيوتر.
- التعرف على منفذ التحكم عن بعد (Auxiliary Port).
- التعرف على خيارات التغذية الكهربائية (Power Supply).
- التعرف على النقاط الضوئية التي تبين حالة الجهاز (Status LED).
- التعرف على عملية تحميل نظام التشغيل و مراقبة حالة النقاط الضوئية (Status LEDs).
- التعرف على واجهة إدخال الأوامر (Command Line Interface) و التي تختصر بـ (CLI).
- التعرف على بعض الأوامر الأساسية.
- التعرف على الإعدادات الأساسية.

التمرين (5):

إضافة على التمرين رقم (4)، سنقوم بتوصيل جهاز تبادل معلومات جديد يبعد مسافة 800 متر عن الجهاز الأول و ذلك باستخدام المنافذ الضوئية بحجم (SFP) من طراز (1000Base-LX/LH).



المراجع
References



المراجع
References

فيما يلي قائمة بأهم المراجع و مصادر المعلومات التي تم الرجوع إليها أثناء تأليف هذا الكتاب

Structured Cabling Suplement (Cisco Networking Academy Program) 2003.

Cabling:The Complete Guide to Network Wiring,Third Edition (Sybex : ISBN: 0-7821-4331-8) 2004.

Ethernet Networks: Design, Implementation, Operation, Managements John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-84476-0) 2003.

IETF (RFC 1661: PPP).

IETF (RFC 760: Internet Protocol).

IETF (RFC 2427: Multiprotocol Interconnect over Frame Relay).

Internetworking Technology Handbook (www.cisco.com).

The TCP/IP Guide (Charles M. Kozierok) 2003.

CCNA Study Guide (Sybex ISBN: 978-0-470-11008-9) 2007.

Building Resilient IP Networks (Cisco Press: ISBN: 1-58705-215-6) 2005.

Security+ Study Guide (Sybex) 2004.